

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



0400 #2  
8-31-01

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Kazufumi OGAWA

Serial No.: 09/925,747

Group Art Unit: Unassigned

Filed: August 10, 2001

Examiner: Unassigned

For: ORGANIC ELECTRONIC DEVICE, METHOD OF PRODUCING  
THE SAME, AND METHOD OF OPERATING THE SAME

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefits of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country/countries is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Appln. No. 2000-243056 filed August 10, 2000;  
and

Japanese Patent Appln. No. 2000-308400 filed October 6, 2000.

In support of this claim, a certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these documents.

Respectfully submitted,

PARKHURST & WENDEL, L.L.P.

Roger W. Parkhurst

Registration No. 25,177

August 31, 2001  
Date

Attorney Docket No. OGOH:088  
PARKHURST & WENDEL, L.L.P.  
1421 Prince Street, Suite 210  
Alexandria, Virginia 22314-2805  
Telephone: (703) 739-0220

PLEASE ACCEPT THIS AS  
AUTHORIZATION TO DEBIT  
OR CREDIT FEES TO  
DEP. ACCT. 16-0331  
PARKHURST & WENDEL



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月10日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-243056

出 願 人

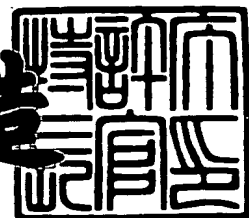
Applicant (s):

松下電器産業株式会社

2001年 1月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3109840

【書類名】 特許願

【整理番号】 2036420093

【提出日】 平成12年 8月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 51/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 小川 一文

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101823

【弁理士】

【氏名又は名称】 大前 要

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 039295

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9721050

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機電子デバイスとその製造方法とその動作方法、及びそれを用いた表示装置とその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に形成された、  
第 1 の電極と、  
前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、  
前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、  
を備えた 2 端子有機電子デバイスであって、

前記有機薄膜は、光応答性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有することを特徴とする 2 端子有機電子デバイス。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の 2 端子有機電子デバイスに於いて、  
前記有機薄膜が有機分子が基板上に固定された単分子膜または単分子累積膜であることを特徴とする 2 端子有機電子デバイス。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の 2 端子有機電子デバイスに於いて、

前記導電ネットワークの導電率は、前記有機薄膜に照射される光の光量により変化することを特徴とする 2 端子有機電子デバイス。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の 2 端子有機電子デバイスに於いて、  
前記導電ネットワークの導電率は、有機薄膜に照射される波長の異なる第 1 の光または第 2 の光によりそれぞれ第 1 の導電率または第 2 の導電率に移行し且つ遮光後もそれぞれ前記第 1 または第 2 の導電率が維持されることを特徴とする 2 端子有機電子デバイス。

【請求項 5】 請求項 1 及至 4 のいずれかに記載の 2 端子有機電子デバイスに於いて、

前記光応答性の官能基が光異性化する官能基であることを特徴とする 2 端子有機電子デバイス。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の 2 端子有機電子デバイスに於いて、

前記光異性化する官能基がアゾ基であることを特徴とする 2 端子有機電子デバイス。

【請求項 7】 請求項 1 及至 6 のいずれかに記載の 2 端子有機電子デバイスに於いて、

前記導電ネットワークはポリアセチレン型、ポリジアセチレン型、ポリピロール型、ポリチェニレン型、ポリアセン型の共役系よりなる群から選択される 1 つ以上の共役系を含むことを特徴とする 2 端子有機電子デバイス。

【請求項 8】 基板上に形成された、  
第 1 の電極と、  
前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、  
前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、  
前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ、それぞれと絶縁された第 3 の電極と、  
を備えた 3 端子有機電子デバイスであって、

前記第 3 の電極は、前記第 1 の電極または前記第 2 の電極との電極間に電圧を印加することにより前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は、有極性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有することを特徴とする 3 端子有機電子デバイス。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の 3 端子有機電子デバイスに於いて、  
前記有機薄膜が基板上に固定された単分子膜または単分子累積膜であることを特徴とする 3 端子有機電子デバイス。

【請求項 10】 請求項 8 または 9 に記載の 3 端子有機電子デバイスに於いて、

前記導電ネットワークの導電性は前記有機薄膜に印加される電界により変化することを特徴とする 3 端子有機電子デバイス。

【請求項 11】 請求項 8 及至 10 のいずれかに記載の 3 端子有機電子デバイスに於いて、

前記有極性の官能基が電界印加により分極する分極性の官能基であることを特徴とする 3 端子有機電子デバイス。

【請求項 1 2】 請求項 1 1 に記載の 3 端子有機電子デバイスに於いて、  
前記分極性の官能基がカルボニル基、オキシカルボニル基であることを特徴とする 3 端子有機電子デバイス。

【請求項 1 3】 請求項 9 及至 1 2 のいずれかに記載の 3 端子有機電子デバイスに於いて、

前記導電ネットワークがポリアセチレン型、ポリジアセチレン型、ポリチェニレン型、ポリピロール型、ポリアセン型の共役系よりなる群から選択される 1 つ以上の共役系を含むことを特徴とする 3 端子有機電子デバイス。

【請求項 1 4】 絶縁性の基板上、または任意の基板表面に絶縁膜が形成された絶縁膜付き基板上に、

光応答性の官能基及び共役結合で結合する重合性基を有する有機分子群から成る有機薄膜を形成する成膜工程と、

前記有機薄膜を構成する分子相互を共役結合させ導電ネットワークを形成する導電ネットワーク形成工程と、

前記導電ネットワークに接触するように、互いに離隔する第 1 の電極と第 2 の電極とを形成する対電極形成工程と、

を含むことを特徴とする 2 端子有機電子デバイスの製造方法。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 に記載の 2 端子有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記光応答性の官能基が光異性化する官能基であることを特徴とする 2 端子有機電子デバイス。

【請求項 1 6】 絶縁性の基板上、または任意の基板表面に第 1 の絶縁膜が形成された絶縁膜付き基板上に、

第 3 の電極を形成する工程と、

直接または第 2 の絶縁膜を介して前記第 3 の電極を覆うように、有極性の官能基及び共役結合で結合する重合性基を有する有機分子から成る有機薄膜を形成する成膜工程と、

前記有機薄膜を構成する分子相互を共役結合させ導電ネットワークを形成する導電ネットワーク形成工程と、

前記導電ネットワークに接触するように、互いに離隔し且つ第3の電極とも離隔した第1の電極と第2の電極とを形成する対電極形成工程と、  
を含むことを特徴とする3端子有機電子デバイスの製造方法。

【請求項17】 請求項16に記載の3端子有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記有極性の官能基が電界印加により分極する分極性の官能基であることを特徴とする3端子有機電子デバイスの製造方法。

【請求項18】 請求項14及至17のいずれかに記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記有機薄膜は有機分子が単分子層状に配列した単分子膜または単分子膜が複数積層した単分子累積膜であることを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項19】 請求項18に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記成膜工程で化学吸着法またはラングミュアープロジェクト法を適用することを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項20】 請求項19に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記化学吸着法を適用した成膜工程でシラン系界面活性剤を用いることを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項21】 請求項14及至18のいずれかに記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記導電ネットワーク形成工程で、前記有機薄膜を構成する分子相互を重合により、または重合及び該重合後の架橋により共役結合させ導電ネットワークを形成することを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項22】 請求項21に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記架橋を行う工程が触媒作用による架橋工程、電解作用による架橋工程、エネルギービーム照射作用による架橋工程よりなる群から選択される1つ以上の架橋工程であることを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。



【請求項 2 3】 請求項 2 1 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記対電極形成工程を前記導電ネットワーク形成工程前に行うことを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項 2 4】 請求項 2 3 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記有機薄膜を構成する分子の前記重合性基が電解重合性を有する電解重合性基である場合に、前記第 1 と第 2 の電極間に電圧を印加し電解重合を行うことを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項 2 5】 請求項 2 4 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記電解重合性基がピロール基またはチェニレン基であることを特徴とする有機電子デバイスの製造方法

【請求項 2 6】 請求項 2 4 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記電解重合性基がピロール基またはチェニレン基であり、前記有機薄膜が単分子膜である場合、

前記対電極形成工程後にピロール基又はチェニレン基を含む物質を溶かした有機溶媒中に浸漬し、且つ前記第 1 と第 2 の電極間、及び前記第 1 または第 2 の電極と前記有機溶媒に接触し前記有機薄膜の上方に配置された外部電極との電極間にそれぞれ電圧を印加して、前記単分子膜の表面に更にピロール基またはチェニレン基を有する分子から成る被膜を形成し且つ前記単分子膜と前記被膜にそれぞれ導電ネットワークを形成することを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項 2 7】 請求項 2 1 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記導電ネットワーク形成工程で、前記重合性基として触媒重合性の触媒重合性基を有する前記有機薄膜を構成する分子相互を触媒重合することを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項 2 8】 請求項 2 7 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて

て、

前記触媒重合性基がピロール基、チェニレン基、アセチレン基、またはジアセチレン基であることを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項 2 9】 請求項 2 1 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

導電ネットワーク形成工程で、前記重合性基としてエネルギービームの照射で重合するビーム照射重合性基を有する前記有機薄膜を構成する分子相互をエネルギービームの照射により重合することを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項 3 0】 請求項 2 9 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記ビーム照射重合性基がアセチレン基またはジアセチレン基であることを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項 3 1】 請求項 2 9 または 3 0 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、

前記導電ネットワーク形成工程で、前記エネルギービームとして紫外線、遠紫外線、X線、または電子線を用いることを特徴とする有機電子デバイスの製造方法。

【請求項 3 2】 基板上に形成された、  
第 1 の電極と、

前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、

前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜とを備え、

前記有機薄膜は光応答性の官能基を有する有機分子群から成り、前記有機薄膜を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有する 2 端子有機電子デバイスの動作方法であって、

前記第 1 と第 2 の電極間に電圧を印加した状態で前記有機薄膜に光を照射することにより、前記導電ネットワークの導電率を変化させ前記第 1 と第 2 の電極間に流れる電流をスイッチングすることを特徴とする 2 端子有機電子デバイスの動作方法。

【請求項 3 3】 請求項 3 2 に記載の 2 端子有機電子デバイスの動作方法に於いて、

前記光応答性の官能基が光異性化する官能基であり、前記有機薄膜に照射される波長の異なる第 1 の光または第 2 の光の照射により前記導電ネットワークの導電率を変化させることを特徴とする 2 端子有機電子デバイスの動作方法。

【請求項 3 4】 請求項 3 3 に記載の 2 端子有機電子デバイスの動作方法に於いて、

前記光異性化する官能基がアゾ基であることを特徴とする 2 端子有機電子デバイスの動作方法。

【請求項 3 5】 請求項 3 3 または 3 4 に記載の 2 端子有機電子デバイスの動作方法に於いて、

前記有機薄膜に照射される前記第 1 または第 2 の光としてそれぞれ紫外線または可視光線を用いることを特徴とする 2 端子有機電子デバイスの動作方法。

【請求項 3 6】 基板上に形成された、  
第 1 の電極と、  
前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、  
前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、  
前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ、それぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 3 の電極は前記第 1 または第 2 の電極との間に印加された電圧により前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、且つ前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有する 3 端子有機電子デバイスの動作方法であって、

前記第 1 と第 2 の電極間に電圧を印加した状態で、前記第 1 または第 2 の電極と前記第 3 の電極との間に印加された電圧で前記導電ネットワークの導電率を変化させ前記第 1 と第 2 の電極間に流れる電流をスイッチングすることを特徴とする 3 端子有機電子デバイスの動作方法。

【請求項 3 7】 請求項 3 6 に記載の 3 端子有機電子デバイスの動作方法に於いて、

前記有極性の官能基が分極性の官能基であることを特徴とする 3 端子有機電子デバイスの動作方法。

【請求項 3 8】 請求項 3 2 及至 3 7 のいずれかに記載の有機電子デバイスの動作方法に於いて、

前記有機薄膜が基板上で結合固定された単分子膜または単分子累積膜であることを特徴とする有機電子デバイスの動作方法。

【請求項 3 9】 第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 3 の電極は前記第 1 または第 2 の電極との間に印加された電圧により前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群から成り、且つ前記有機分子群の分子相互が共役結合して導電ネットワークを形成していることを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子として用いた液晶表示装置であって、

複数の前記スイッチ素子が第 1 の基板上にマトリックス状に配列配置され且つその表面に第 1 の配向膜が形成されたアレイ基板と、

第 2 の基板上にマトリックス状に色要素が配列配置され且つその表面に第 2 の配向膜が形成されたカラーフィルター基板と、

前記第 1 の配向膜と前記第 2 の配向膜を内側にし対向された前記アレイ基板と前記カラーフィルター基板との間に封止された液晶と、  
を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4 0】

第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 3 の電極が前記第 1 または第 2 の電極との間に印加する電圧により前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、且つ前記有機分子群の分子相互が共役結合して導電ネットワークを形成していることを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子として用いたエレクトロルミ

ネッセンス型表示装置であって、

複数の前記スイッチ素子が基板上にマトリックス状に配列配置されたアレイ基板と、

前記アレイ基板と対向する共通電極と、

前記アレイ基板と前記共通電極との間に形成された、電界の印加により発光する蛍光物質から成る発光層と、

を有することを特徴とするエレクトロルミネッセンス型表示装置。

【請求項 4 1】 請求項 4 0 に記載のエレクトロルミネッセンス型表示装置に於いて、

赤色、青色、または緑色の光を発光する 3 種類の前記蛍光物質が配列配置されカラー表示することを特徴とするエレクトロルミネッセンス型表示装置。

【請求項 4 2】 請求項 3 9 及至 4 1 のいずれかに記載の表示装置に於いて、

前記有機薄膜が基板上に固定された単分子膜または単分子累積膜であることを特徴とする表示装置。

【請求項 4 3】 第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 3 の電極が前記第 1 または第 2 の電極との間に印加する電圧により前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、且つ前記有機分子群の分子相互が共役結合して導電ネットワークを形成していることを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子として用いた液晶表示装置の製造方法であって、

第 1 の基板上にマトリックス状に配列するように複数個の前記スイッチ素子を形成して、その表面に第 1 の配向膜を形成するアレイ基板形成工程と、

第 2 の基板表面にマトリックス状に色要素を配列配置しカラーフィルターを製作して、その表面に第 2 の配向膜を形成するカラーフィルター基板形成工程と、

第 1 の配向膜と第 2 の配向膜を内側にして前記アレイ基板と前記カラーフィルター基板を所定の間隔で向かい合わせ、前記アレイ基板と前記カラーフィルター

基板との間に液晶を充填し、前記液晶を封止する工程と、  
を含むことを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 4 4】 第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 3 の電極が前記第 1 または第 2 の電極との間に印加する電圧により前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、且つ前記有機分子群の分子相互が共役結合して導電ネットワークを形成していることを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子として用いたエレクトロルミネッセンス型表示装置の製造方法であって、

基板上にマトリックス状に配列するように複数個の前記スイッチ素子を形成するアレイ基板形成工程と、

前記アレイ基板上に、電圧の印加で発光する蛍光物質から成る発光層を形成する発光層形成工程と、

前記発光層上に共通電極膜を形成する共通電極形成工程と、  
を含むことを特徴とするエレクトロルミネッセンス型表示装置の製造方法。

【請求項 4 5】 請求項 4 4 に記載のエレクトロルミネッセンス型表示装置の製造方法に於いて、

前記発光層形成工程で赤、青、または緑色の光を発光する 3 種類の前記発光物質を所定の位置に形成し、カラー表示させることを特徴とするエレクトロルミネッセンス型表示装置の製造方法。

【請求項 4 6】 請求項 4 3 及至 4 5 のいずれかに記載の表示装置の製造方法に於いて、

前記有機薄膜は、有機分子が単分子層状に配列した単分子膜または単分子膜が積層して成る単分子累積膜であることを特徴とする表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、チャンネル部に有機材料を用いた 2 端子及び 3 端子電子デバイス（以

下、有機電子デバイス）とその製造方法及びその動作方法に関するものである。さらに詳しくは、導電性を有する単分子膜または単分子累積膜あるいは薄膜の導電性変化を利用した有機電子デバイスとその製造方法およびその動作方法に関するものである。また、それを用いた表示装置とその製造方法に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来より、電子デバイスには、シリコン結晶に代表されるように無機系の半導体材料が用いられている。

有機系の電子デバイス（以下、有機電子デバイス）としては、例えば日本国特許第2034197号及び第2507153号等が開示されている。これら各公報に記載されている有機電子デバイスは、印加された電界に応答し端子間に流れる電流をスイッチングする有機電子デバイスである。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従来より用いられてきた無機結晶では、微細化が進展するに伴い結晶欠陥が問題となり、デバイス性能が結晶に大きく左右される欠点があった。また、フレキシビリティが悪いという欠点があった。

また、従来例の有機電子デバイスは、電流のスイッチ素子を提供するという所期の目的は達するにしても、高速な応答を要求する電子機器への適用は実現されていない。

#### 【0004】

本発明では上記に鑑みなされたものであり、その目的は、デバイスの高密度化が進展し0.1  $\mu\text{m}$ 以下の微細加工がなされても、結晶性に左右されない有機物質を用いたデバイスを作製することにより高集積化されたデバイスを提供することにある。また、プラスチック基板等に形成することにより、フレキシビリティに優れた有機電子デバイスを提供することにある。

#### 【0005】

また、電界効果型のスイッチ素子にあつては、高速な応答を要求される電子機器、例えば表示装置、に対しても適用できる、高速な応答性を有するデバイスを

提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決する為に、請求項1に記載の発明は、基板上に形成された、第1の電極と、前記第1の電極と離隔した第2の電極と、前記第1と第2の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、を備えた2端子有機電子デバイスであって、前記有機薄膜は、光応答性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有することを特徴とする。

【0007】

上記構成によれば、前記第1と第2の電極間を電氣的に接続するチャネル部が有機薄膜で形成され、前記有機薄膜の導電性が光の照射により変化する有機電子デバイスが提供できる。さらに、前記有機分子が光応答性の官能基を含むことにより光に対する感度が上がり応答速度が高速になる、したがって前記有機薄膜の導電性を高速に変化できる。

光を照射された際の有機薄膜の導電性の変化は、光応答性の官能基の応答による影響が前記導電ネットワークの構造に波及されたため生じたと考えられる。

【0008】

前記有機薄膜は前記第1と第2の電極間を電氣的に接続する導電性の薄膜であり、前記有機薄膜の一部または全部が単分子膜または単分子膜が積層した単分子累積膜であってもよい。

【0009】

光応答性は光照射により可逆的に分子の状態を変化する特性であり、光応答には分子を構成する原子相互の結合の順序（配列）は同じで空間的な配置を変化するシストランス異性化他の光異性化等をも含む。したがって、有機薄膜の導電性の変化は、波長の異なる光の照射の組合せ等で所定の状態に戻すことができる可逆的なものである。

【0010】

また、導電ネットワークは前記第1と第2の電極間の電気伝導に関する伝導



路を形成する分子の集合体である。さらに、ドーピングにより導電ネットワークにドーパント物質の組み込めば導電率を向上できる。

【0011】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の2端子有機電子デバイスに於いて、前記有機薄膜が有機分子が基板上に固定された単分子膜または単分子累積膜であることを特徴とする。

【0012】

上記の構成によれば、各単分子層を構成する分子の集合群はある程度配向した状態にあり、各分子の重合性基はほぼ平面内に存在するため容易に共役結合させることができ、多数の分子が共役結合で連結された高い導電性の導電ネットワークを形成することが可能になる。さらに、導電ネットワークが平面上に展開されている為、1次元性の鎖状共役系高分子を形成する分子を有機薄膜の材料物質として使用しても2次元的な電気伝導が可能と考えられる。したがって膜厚が薄くても良好な導電性を有する。

【0013】

また、膜厚が極めて薄くできるため応答速度を向上することができる。また、基板に結合固定されているため耐剥離性等の耐久性に優れ、長期間の使用に対して安定な動作が可能である。したがって、膜厚が薄くとも良好且つ均質な導電性と高速で安定な応答性を有する2端子有機電子デバイスを提供できる。

【0014】

また、ドーピングを行う際には、ドーパント物質を効果的に導電ネットワークに組み込むことが可能となる。任意の膜厚の有機薄膜を形成する、またはドーピングを行う等により有機薄膜の導電性を容易に調整することができる。

【0015】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の2端子有機電子デバイスに於いて、前記導電ネットワークの導電率は前記有機薄膜に照射される光の光量により変化することを特徴とする。

【0016】

上記構成によれば、有機薄膜に吸収される光のエネルギーを、光の照射強度や

照射時間等により調整すれば、導電ネットワークの導電率を変化することが可能である。また、導電率が増加する特性により可変抵抗等の有機電子デバイスを提供できる。

【0017】

一般的に吸収スペクトルにおいて、光応答性の官能基はそれぞれ固有の吸収特性を有しているので、吸収率の優れた波長の光を用いると効率良くまた高速に導電性を変化させることが可能となる。

【0018】

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の2端子有機電子デバイスに於いて、前記導電ネットワークの導電率は、有機薄膜に照射される波長の異なる第1の光または第2の光によりそれぞれ第1の導電率または第2の導電率に移行し且つ遮光後もそれぞれ前記第1または第2の導電率が維持されることを特徴とする。

【0019】

上記の構成によれば、第1と第2の電極間に電圧印加した状態で第1または第2の光を照射し、第1または第2の導電率を有する安定状態間を移行させることにより、導電ネットワークの導電率をスイッチングすることが可能となる。さらに、安定状態が遮光後も維持されるためメモリ機能を有する。

したがって、可変抵抗、スイッチ素子、メモリ素子、または光センサー等の有機電子デバイスを提供できる。

【0020】

また、第1または第2の導電率は、光を照射する前の状態及び照射される第1または第2の光の光量に依存する為、光強度や照射時間等を調整することによりそれぞれの安定状態の導電率を可変制御できる。

【0021】

請求項5に記載の発明は、請求項1及至4のいずれかに記載の2端子有機電子デバイスに於いて、前記光応答性の官能基が光異性化する官能基であることを特徴とする

【0022】

上記の構成によれば、異性化に伴い前記第1と第2の導電率を有する安定状態

をとることが可能となる。また、導電ネットワークの導電率の極めて高速な制御が可能となる。

【 0 0 2 3 】

ここで、安定状態とは、あくまで導電ネットワークが安定且つ所定の導電率を有する状態であればよい。例えば、第 1 の異性体と第 2 の異性体とがある比率で存在する場合に導電ネットワークが有する導電率が第 1 の導電率とし、その状態が第 1 の導電率を有する安定状態である。

【 0 0 2 4 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 に記載の 2 端子有機電子デバイスに於いて、前記光異性化する官能基がアゾ基であることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

上記の構成によれば、可視光の照射でトランス型の第 1 の異性体に、また紫外線の照射でシス型の第 2 の異性体に異性化され、導電ネットワークの導電率は変化する。

【 0 0 2 6 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 及至 6 のいずれかに記載の 2 端子有機電子デバイスに於いて、前記導電ネットワークはポリアセチレン型、ポリジアセチレン型、ポリピロール型、ポリチェニレン型、ポリアセン型の共役系よりなる群から選択される 1 つ以上の共役系を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

上記の構成によれば、高い導電率の導電ネットワークを有する 2 端子有機電子デバイスを提供できる。ここに、ポリアセチレンの高分子主鎖の結合構造をポリアセチレン型とする。（以下、ポリアセチレン型。他の高分子についても同様とする）

【 0 0 2 8 】

請求項 8 に記載の発明は、基板上に形成された、第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ、それぞれと絶縁された第 3 の電極と、を備えた 3 端子有機電子デバイスであって、前記第 3 の電極は、前記第 1 の電

極または前記第 2 の電極との電極間に電圧を印加することにより前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は、有極性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有することを特徴とする

## 【 0 0 2 9 】

上記の構成によれば、前記第 3 の電極に印加した電圧により前記有機薄膜の導電性が変化する。さらに、有極性の官能基を含むことにより印加された電界に対する感度が高くなり、応答速度が高速になる。したがって前記有機薄膜の導電性の変化が高速になる。

前記有機薄膜に電界が印加された際の前記有機薄膜の導電性の変化は、有極性の官能基の電界応答による影響が前記導電ネットワークの構造に波及された為、生じたと考えられる。

## 【 0 0 3 0 】

前記有機薄膜は前記第 1 と第 2 の電極間を電氣的に接続する導電性の薄膜であり、前記有機薄膜の一部または全部が単分子膜または単分子膜が積層した単分子累積膜であってもよい。

## 【 0 0 3 1 】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載の 3 端子有機電子デバイスに於いて、前記有機薄膜が基板上に固定された単分子膜または単分子累積膜であることを特徴とする。

## 【 0 0 3 2 】

上記の構成によれば、各単分子層を構成する分子の集合群はある程度配向した状態にあり、各分子の重合性基はほぼ平面内に存在するため容易に共役結合させることができ、多数の分子が共役結合で連結された高い導電性の導電ネットワークを形成することが可能になる。さらに、導電ネットワークが平面上に展開されるため、1 次元性の鎖状共役系高分子を形成する分子を単分子膜または単分子累積膜の材料物質として使用しても 2 次元的な電気伝導が可能と考えられる。したがって有機薄膜の導電性は膜厚が薄くても良好である。

## 【 0 0 3 3 】

また、膜厚が極めて薄くできるため応答速度を向上することができる。また、基板に結合固定されているため耐剥離性等の耐久性に優れ、長期間の使用に対して安定な動作が可能である。したがって、膜厚が薄くとも良好且つ均質な導電性を有し、且つ高速で安定な応答性を有する 3 端子有機電子デバイスの製造が可能となる。

## 【 0 0 3 4 】

また、ドーピングを行う際には、ドーパント物質を効果的に導電ネットワークに組み込むことが可能となる。任意の膜厚の有機薄膜を形成する、またはドーピングを行う等により有機薄膜の導電性を容易に調整することができる。

## 【 0 0 3 5 】

請求項 1 0 に記載の発明は、請求項 8 または 9 に記載の 3 端子有機電子デバイスに於いて、前記導電ネットワークの導電性は前記有機薄膜に印加される電界により変化することを特徴とする

## 【 0 0 3 6 】

上記の構成によれば、有機薄膜に印加される電界は前記第 3 の電極に印加した電圧で制御できる為、印加する電圧により前記導電ネットワークの導電率の制御が可能となる。

## 【 0 0 3 7 】

請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 8 及至 1 0 のいずれかに記載の 3 端子有機電子デバイスに於いて、前記有極性の官能基が電界印加により分極する分極性の官能基であることを特徴とする。

## 【 0 0 3 8 】

上記の構成によれば、有極性の官能基が電界印加により分極が大きくなる官能基（以下、分極性の官能基）であると、印加電界に対する感度が極めて高くなる為、応答速度も極めて高速になる。

## 【 0 0 3 9 】

請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 1 1 に記載の 3 端子有機電子デバイスに於いて、前記分極性の官能基がカルボニル基、オキシカルボニル基であることを特徴とする。

## 【 0 0 4 0 】

応答速度を向上する官能基としてカルボニル基またはオキシカルボニル基が適している。

## 【 0 0 4 1 】

請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 9 及至 1 2 のいずれかに記載の 3 端子有機電子デバイスに於いて、前記導電ネットワークがポリアセチレン型、ポリジアセチレン型、ポリチェニレン型、ポリピロール型、ポリアセン型の共役系よりなる群から選択される 1 つ以上の共役系を含むことを特徴とする。

## 【 0 0 4 2 】

上記の構成によれば、高い導電率の導電ネットワークを有する有機薄膜を備えた 3 端子有機電子デバイスを提供できる。

## 【 0 0 4 3 】

請求項 1 4 に記載の発明は、絶縁性の基板上、または任意の基板表面に絶縁膜が形成された絶縁膜付き基板上に、光応答性の官能基及び共役結合で結合する重合性基を有する有機分子群から成る有機薄膜を形成する成膜工程と、前記有機薄膜を構成する分子相互を共役結合させ導電ネットワークを形成する導電ネットワーク形成工程と、前記導電ネットワークに接触するように、互いに離隔する第 1 の電極と第 2 の電極とを形成する対電極形成工程と、を含むことを特徴とする。

## 【 0 0 4 4 】

上記の構成によれば、前記第 1 と第 2 の電極を繋ぐチャンネル部が導電性の有機材料で形成され、光照射により第 1 と第 2 の電極間の導電性を変化する 2 端子有機電子デバイスを製造できる。

ガラス基板やプラスチック基板等の絶縁性の基板を用いる場合、第 1 の絶縁膜はなくてもよく、基板上に直接に有機薄膜を形成することができる。

## 【 0 0 4 5 】

請求項 1 5 に記載の発明は、請求項 1 4 に記載の 2 端子有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記光応答性の官能基が光異性化する官能基であることを特徴とする。

## 【 0 0 4 6 】

上記の構成によれば、導電ネットワークの導電率が、波長の異なる第1または第2の光の照射によりそれぞれ第1または第2の導電率に移行し、且つ遮光後もそれぞれ第1または第2の導電率を維持する2端子有機電子デバイスを製造できる。この有機電子デバイスは可変抵抗、スイッチ素子、光センサー素子、またはメモリー素子等として利用できる。

## 【0047】

請求項16に記載の発明は、絶縁性の基板上、または任意の基板表面に第1の絶縁膜が形成された絶縁膜付き基板上に、第3の電極を形成する工程と、直接または第2の絶縁膜を介して前記第3の電極を覆うように、有極性の官能基及び共役結合で結合する重合性基を有する有機分子から成る有機薄膜を形成する成膜工程と、前記有機薄膜を構成する分子相互を共役結合させ導電ネットワークを形成する導電ネットワーク形成工程と、前記導電ネットワークに接触するように、互いに離隔し且つ第3の電極とも離隔した第1の電極と第2の電極とを形成する対電極形成工程とを含むことを特徴とする。

## 【0048】

上記の構成によれば、第1と第2の電極を電氣的に接続するチャネル部が導電性の有機材料で形成され、第1または第2の電極と第3の電極との電極間の印加電圧により第1と第2の電極間の導電性を変化する3端子有機電子デバイスを製造できる。また、有極性の官能基を含むことにより、電界に対する応答が高速になる。

## 【0049】

ガラス基板やプラスチック基板等の絶縁性の基板を用いる場合、第1の絶縁膜はなくてもよく、基板上に直接第3の電極を形成することができる。また第3の電極がシリコン電極等の絶縁性の電極である場合、第2の絶縁膜はなくてもよく、第3の電極を被うように直接有機薄膜を形成することができる。

## 【0050】

請求項17に記載の発明は、請求項16に記載の3端子有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記有極性の官能基が電界印加により分極する分極性の官能基であることを特徴とする。

## 【 0 0 5 1 】

上記の構成によれば、分極性の官能基は有極性の官能基よりも電界に対する感度が高い為、応答速度が極めて高速な 3 端子有機電子デバイスを製造できる。

## 【 0 0 5 2 】

請求項 1 8 に記載の発明は、請求項 1 4 及至 1 7 のいずれかに記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記有機薄膜は有機分子が単分子層状に配列した単分子膜または単分子膜が複数積層した単分子累積膜であることを特徴とする。

## 【 0 0 5 3 】

上記の構成によれば、各単分子層を構成する分子の集合群はある程度配向した状態にあり、各分子の重合性基は平面内に存在するため容易に共役結合させることができ、多数の分子が共役結合で連結された導電性の高い導電ネットワークを形成することが可能になる。さらに、導電ネットワークが平面上に展開されている為、1 次元性の鎖状共役系高分子を形成する分子を膜材料物質として使用しても 2 次元的な電気伝導が可能と考えられる。したがって膜厚が薄くても良好な導電性を有する 3 端子有機電子デバイスの製造が可能となる。

## 【 0 0 5 4 】

また、膜厚が極めて薄くできるため応答速度を向上することができる。また、基板に結合固定されているため耐剥離性等の耐久性に優れ、長期間の使用に対して安定な動作が可能である。したがって、膜厚が薄くとも良好且つ均質な導電性を有し、且つ高速で安定な応答性を有する有機電子デバイスの製造が可能となる。

## 【 0 0 5 5 】

また、ドーピングを行う際には、ドーパント物質を効率よく導電ネットワークに組み込むことが可能となる。任意の膜厚の有機薄膜を形成する、またはドーピングを行う等により導電性を簡便に調整することができる。

## 【 0 0 5 6 】

請求項 1 9 に記載の発明は、請求項 1 8 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記成膜工程で化学吸着法またはラングミュアーブロッジェット法を適用することを特徴とする。



## 【 0 0 5 7 】

上記の構成によれば、基板上に結合固定した単分子膜または単分子累積膜を作製できる。また、任意の膜厚の単分子累積膜を簡便に作製できる。

## 【 0 0 5 8 】

請求項 2 0 に記載の発明は、請求項 1 9 に記載の有機電子デバイス製造方法に於いて、前記化学吸着法を適用した成膜工程でシラン系界面活性剤を用いることを特徴とする。

## 【 0 0 5 9 】

上記の構成の如く、シラン系界面活性剤を用いると効率良く成膜できる。

## 【 0 0 6 0 】

請求項 2 1 に記載の発明は、請求項 1 4 及至 1 8 のいずれかに記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記導電ネットワーク形成工程で、前記有機薄膜を構成する分子相互を重合により、または重合及び該重合後の架橋により共役結合させ導電ネットワークを形成することを特徴とする。

## 【 0 0 6 1 】

上記の構成によれば、分子の前記重合性基を共役結合で連結させ電気伝導を可能にする導電ネットワークを形成できる。重合の種類としては電解重合、触媒重合、エネルギービームの照射による重合等が利用できる。

## 【 0 0 6 2 】

また、前記有機薄膜を形成する分子が共役結合で結合する重合性基を複数有する場合、一方の重合性基の重合で形成された高分子に対して、さらに架橋反応を行い他方の重合性基を共役結合させることにより、重合後の構造と異なる構造を有する導電ネットワークを形成できる。この際、重合により形成された高分子の側鎖にある前記他方の重合性基が架橋される結合基である。

## 【 0 0 6 3 】

例えば、ジアセチレン基を有する分子の集合群からなる単分子膜を形成し、触媒重合を行いさらにエネルギービーム照射により架橋を行うと、極めて高い導電率ポリアセン型の共役系を含む導電ネットワークを形成することができる。

## 【 0 0 6 4 】

請求項 2 2 に記載の発明は、請求項 2 1 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記架橋を行う工程が触媒作用による架橋工程、電解作用による架橋工程、エネルギービーム照射作用による架橋工程よりなる群から選択される 1 つ以上の架橋工程であることを特徴とする。

【 0 0 6 5 】

上記の構成によれば、重合後の高分子が異なる架橋性の結合基を複数有する場合であっても複数回の架橋工程を行い導電ネットワークを形成することができる。

また、架橋に触媒作用、電解作用、エネルギービーム作用による架橋反応が利用できる。

【 0 0 6 6 】

複数回の架橋工程とは、異なる作用による架橋工程の組合せのみではなく、同じ作用であるが反応条件が異なる工程の組合せをも含む。例えば、触媒作用による架橋工程後に第 1 の種類のエネルギービーム照射による架橋工程を行い、さらに第 2 の種類のエネルギービーム照射による架橋工程を行う等により導電ネットワークを形成する。

【 0 0 6 7 】

請求項 2 3 に記載の発明は、請求項 2 1 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記対電極形成工程を前記導電ネットワーク形成工程前に行うことを特徴とする。

【 0 0 6 8 】

上記の構成によれば、対電極形成工程で形成された前記第 1 と第 2 の電極を利用して、電解重合を行うことが可能となる。

【 0 0 6 9 】

請求項 2 4 に記載の発明は、請求項 2 3 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記有機薄膜を構成する分子の前記重合性基が電解重合性を有する電解重合性基である場合に、前記第 1 と第 2 の電極間に電圧を印加し電解重合を行うことを特徴とする。

【 0 0 7 0 】

上記の構成によれば、電解重合性の重合性基（以下、電界重合性基）を有する有機薄膜を構成する分子相互を電解重合して導電ネットワークを形成することが可能である。

【 0 0 7 1 】

また、第 1 と第 2 の電極を導電ネットワーク形成工程で使用でき、第 1 と第 2 の電極間に電圧を印加して重合を行うことで、導電ネットワークが自己成長的に第 1 と第 2 の電極間に形成される。したがって、電極間の導電性が簡便に確保でき、且つ均質な導電率を有する導電ネットワークを形成できる。

【 0 0 7 2 】

請求項 2 5 に記載の発明は、請求項 2 4 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記電解重合性基がピロール基またはチェニレン基であることを特徴とする。

【 0 0 7 3 】

上記の構成の如く、電解重合性基としてピロール基やチェニレン基が使用できる。電界重合性基としてピロール基またはチェニレン基を有する有機薄膜の分子相互を電解重合して、高い導電性の導電ネットワークを有する有機電子デバイスを製造できる。

【 0 0 7 4 】

請求項 2 6 に記載の発明は、請求項 2 4 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記電解重合性基がピロール基またはチェニレン基であり、前記有機薄膜が単分子膜である場合、前記対電極形成工程後にピロール基又はチェニレン基を含む物質を溶かした有機溶媒中に浸漬し、且つ前記第 1 と第 2 の電極間、及び前記第 1 または第 2 の電極と前記有機溶媒に接触し前記有機薄膜の上方に配置された外部電極との電極間にそれぞれ電圧を印加して、前記単分子膜の表面に更にピロール基またはチェニレン基を有する分子から成る被膜を形成し且つ前記単分子膜と前記被膜にそれぞれ導電ネットワークを形成することを特徴とする。

【 0 0 7 5 】

上記の構成によれば、被膜を形成し且つ単分子膜と被膜にそれぞれ導電ネットワークを形成できる。この場合、有機電子デバイスの構成要素である有機薄膜は

、それぞれ導電ネットワークを有する単分子膜とポリマー状の被膜からなる。被膜の厚さは電圧を印加している時間に依存するため、時間を調整すれば所定の厚さの被膜を形成できる。また、有機薄膜全体としての前記導電ネットワークの導電率は形成される前記被膜の厚さに依存する。したがって、電圧印加時間を調整することにより所定の導電特性を有する有機電子デバイスを簡便に製造できる。

## 【 0 0 7 6 】

また、単分子膜と同種の有機分子からなる被膜を形成する場合、単分子膜中にさらに分子が入り込める隙間があればこの隙間へ分子が充填され稠密度が上がる。したがって、より确实且つ良好な導電性を確保できる。

## 【 0 0 7 7 】

請求項 2 7 に記載の発明は、請求項 2 1 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、導電ネットワーク形成工程で、前記重合性基として触媒重合性の触媒重合性基を有する前記有機薄膜を構成する分子相互を触媒重合することを特徴とする。

## 【 0 0 7 8 】

上記の構成によれば、触媒重合性の重合性基（以下、触媒重合性基）を有する分子群を重合して導電ネットワークを形成することが可能となる。

## 【 0 0 7 9 】

請求項 2 8 に記載の発明は、請求項 2 7 に記載の有機電子デバイス製造方法に於いて、前記触媒重合性基がピロール基、チェニレン基、アセチレン基、またはジアセチレン基であることを特徴とする。

## 【 0 0 8 0 】

上記の構成によれば、触媒重合性基としてピロール基、チェニレン基、アセチレン基、またはジアセチレン基を有する有機分子群を触媒重合して、高い導電率の導電ネットワークを有する有機電子デバイスを製造できる。

## 【 0 0 8 1 】

請求項 2 9 に記載の発明は、請求項 2 1 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記導電ネットワーク形成工程で、前記重合性基としてエネルギービーム照射により重合するビーム照射重合性基を有する前記有機薄膜を構成する分

子相互をエネルギービーム照射により重合することを特徴とする。

【 0 0 8 2 】

上記の構成によれば、エネルギービーム照射により重合が進行する特性（以下、ビーム照射重合性）を有する重合性基（以下、ビーム照射重合性基）を有する分子群を重合し導電ネットワークを形成することが可能である。

エネルギービームには、赤外線、可視光線、紫外線等の光線、X線等の放射線、または電子線等の粒子線をも含む。

【 0 0 8 3 】

請求項 3 0 に記載の発明は、請求項 2 9 記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記エネルギービーム重合性基がアセチレン基またはジアセチレン基であることを特徴とする。

【 0 0 8 4 】

上記の構成によれば、ビーム照射重合性基としてアセチレン基、またはジアセチレン基を有する有機薄膜の分子相互を重合して、高い導電性の導電ネットワークを有する有機電子デバイスを製造できる。

【 0 0 8 5 】

請求項 3 1 に記載の発明は、請求項 2 9 または 3 0 に記載の有機電子デバイスの製造方法に於いて、前記導電ネットワーク形成工程で前記エネルギービームとして紫外線、遠紫外線、X線、または電子線を用いることを特徴とする

【 0 0 8 6 】

上記の構成によれば、多くのビーム照射重合性基がこれらのビームの少なくとも 1 つに対し吸収特性を有する為、様々な種類のビーム照射重合性基を有する分子群に適用できる。ビーム照射重合性基によりそれぞれ吸収特性は異なるので、吸収効率の良いエネルギービームの種類及びエネルギーを選択すれば反応効率を向上できる。

【 0 0 8 7 】

請求項 3 2 に記載の発明は、  
基板上に形成された、第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、  
前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜とを備え、前記有機薄膜は光

応答性の官能基を有する有機分子群から成り、前記有機薄膜を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有する２端子有機電子デバイスの動作方法であって、前記第１と第２の電極間に電圧を印加した状態で前記有機薄膜に光を照射することにより、前記導電ネットワークの導電率を変化させ前記第１と第２の電極間に流れる電流をスイッチングすることを特徴とする。

## 【 0 0 8 8 】

上記の構成によれば、照射された光は光応答性の官能基に吸収され、その応答による影響で導電ネットワークの導電率が変わる。したがって、前記第１と第２の電極間に電圧を印加した状態で、前記有機薄膜に光を照射することにより前記第１と第２の電極間に流れる電流をスイッチングすることができる。

## 【 0 0 8 9 】

一般的に吸収スペクトルにおいて、光応答性の官能基はそれぞれ固有の吸収特性を有しているので、吸収率の優れた波長の光を用いると効率よくまた高速に導電率を変化させることが可能となる。

## 【 0 0 9 0 】

請求項３３に記載の発明は、前記光応答性の官能基が光異性化する官能基であり、前記有機薄膜に照射される波長の異なる第１の光または第２の光の照射により前記導電ネットワークの導電率を変化させることを特徴とする２端子有機電子デバイスの動作方法。

## 【 0 0 9 1 】

上記の構成によれば、有機薄膜に照射される波長の異なる第１の光または第２の光による有機薄膜を構成する分子の異性化により、導電ネットワークの導電率はそれぞれ第１の導電率または第２の導電率に移行し且つ遮光後もそれぞれ第１または第２の導電率が維持される為、前記第１と第２の電極間に電圧を印加した状態で、前記有機薄膜に第１または第２の光を照射することにより前記第１と第２の電極間に流れる電流をスイッチングすることが可能となる。

## 【 0 0 9 2 】

また、光応答性の官能基が光異性化する官能基であるので、導電ネットワークの導電率を極めて高速に変化できる。

また、異性化の進行は照射された光の光量に依存するため、照射する光の強度または照射時間等を調整することで第 1 または第 2 の導電率を可変制御できる。したがって、スイッチング動作する導電率の変化範囲を照射する光の強度または照射時間等で調整できる。

## 【 0 0 9 3 】

ただし、第 1 または第 2 の光の一方が照射されると遮光後も安定状態が維持されるメモリ機能を有する為、スイッチング動作をさせるためには続いて第 1 または第 2 の光の他方を照射しなくてはならない。

## 【 0 0 9 4 】

請求項 3 4 に記載の発明は、請求項 3 3 に記載の 2 端子有機電子デバイスの動作方法に於いて、前記光異性化する官能基がアゾ基であることを特徴とする。

## 【 0 0 9 5 】

上記の構成によれば、可視光の照射でトランス型の第 1 の異性体に、また紫外線の照射でシス型の第 2 の異性体に異性化され、導電ネットワークの導電率はそれぞれ第 1 の導電率または第 2 の導電率に移行し且つ遮光後もそれぞれ第 1 または第 2 の導電率が維持される為、前記第 1 と第 2 の電極間に電圧を印加した状態で、前記有機薄膜に可視光線の照射後に紫外線を照射する、または紫外線を照射後に可視光線を照射することにより前記第 1 と第 2 の電極間に流れる電流をスイッチングすることが可能となる。

## 【 0 0 9 6 】

請求項 3 5 に記載の発明は、請求項 3 3 または 3 4 に記載の 2 端子有機電子デバイスの動作方法に於いて、前記有機薄膜に照射される前記第 1 または第 2 の光としてそれぞれ紫外線または可視光線を用いることを特徴とする。

## 【 0 0 9 7 】

上記の構成によれば、光異性化する官能基の多くは、紫外線または可視光線の照射により、それぞれ第 1 の異性体または第 2 の異性体へ異性化する為、様々な光異性化する官能基に対して適している。

## 【 0 0 9 8 】

さらに、一般的に吸収スペクトルにおいて、光異性化の官能基はそれぞれ固有

の吸収特性を有しているので、吸収効率の優れた波長の光を用いると効率が良く、これにより高速に導電率を変化させることが可能となる。

## 【 0 0 9 9 】

請求項 3 6 に記載の発明は、  
基板上に形成された、第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ、それぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 3 の電極は前記第 1 または第 2 の電極との間に印加された電圧により前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、且つ前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有する 3 端子有機電子デバイスであって、前記第 1 と第 2 の電極の電極間に電圧を印加した状態で、前記第 1 の電極と前記第 3 の電極間の印加電圧で前記導電ネットワークの導電率を変化させ前記第 1 と第 2 の電極間に流れる電流をスイッチングすることを特徴とする。

## 【 0 1 0 0 】

上記の構成によれば、印加された電界に感度良く応答する有極性の官能基を有する為、高速な電流のスイッチング動作が可能になる。

## 【 0 1 0 1 】

請求項 3 7 に記載の発明は、請求項 3 6 に記載の 3 端子有機電子デバイスの動作方法に於いて、前記有極性の官能基が分極性の官能基であることを特徴とする。

## 【 0 1 0 2 】

上記の構成によれば、分極性の官能基は印加電界に対する感度が極めて高く、したがって極めて高速なスイッチング動作が可能になる。

## 【 0 1 0 3 】

請求項 3 8 に記載の発明は、請求項 3 2 及至 3 7 のいずれかに記載の有機電子デバイスの動作方法に於いて、前記有機薄膜が基板上で結合固定された単分子膜または単分子累積膜であることを特徴とする。

## 【 0 1 0 4 】



上記の構成によれば、各層を構成する分子群は全体として配向している為、重合により形成される導電ネットワークが平面上に形成することが可能になり、膜厚が薄くとも、良好且つ均質な導電性を有する。さらに、膜厚が非常に薄いため、非常に高速なスイッチング動作が可能である。

また、最下層は基板に結合固定され、耐剥離性等の耐久性に優れている。したがって、安定性、高速性、且つ耐久性に優れたスイッチング動作が可能になる。

【 0 1 0 5 】

請求項 3 9 に記載の発明は、

第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 1 または第 2 の電極と前記第 3 の電極間の印加電圧により前記有機薄膜に作用される電界を制御できる電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有することを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子として用いた液晶表示装置であって、複数の前記スイッチ素子が第 1 の基板上にマトリックス状に配列配置され且つその表面に第 1 の配向膜が形成されたアレイ基板と、第 2 の基板上にマトリックス状に色要素が配列配置され且つその表面に第 2 の配向膜が形成されたカラーフィルター基板と、前記第 1 の配向膜と前記第 2 の配向膜を内側にし対向された前記アレイ基板と前記カラーフィルター基板との間に封止された液晶と、を有することを特徴とする。

【 0 1 0 6 】

上記の構成によれば、既存の無機系の薄膜トランジスター（以下、T F T）に代わり、有機系の T F T を用いた液晶表示装置を提供できる。また、有機系の T F T を用いるため高温で処理する工程がなく、プラスチック基板等の従来使用できなかった基板も使用できることになる。これにより基板選択の幅が広がり、適切な基板の選択で小型化や軽量化等が可能となる。

【 0 1 0 7 】

請求項 4 0 に記載の発明は、

第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 3 の電極が前記第 1 または第 2 の電極との間に印加する電圧により前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、且つ前記有機分子群の分子相互が共役結合して導電ネットワークを形成していることを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子として用いたエレクトロルミネッセンス型表示装置であって、複数の前記スイッチ素子が基板上にマトリックス状に配列配置されたアレイ基板と、前記アレイ基板と対向する共通電極と、前記アレイ基板と前記共通電極との間に形成された、電界の印加により発光する蛍光物質から成る発光層と、を有することを特徴とする

## 【 0 1 0 8 】

上記の構成によれば、既存の無機系の薄膜トランジスター（以下、T F T）に代わり、有機系の T F T を用いたエレクトロルミネッセンス型表示装置を提供できる。また、有機系の T F T を用いるため高温で処理する工程がなく、プラスチック基板等の従来使用できなかった基板も使用できることになる。これにより基板選択の幅が広がり、適切な基板の選択で小型化や軽量化等が可能となる。

## 【 0 1 0 9 】

請求項 4 1 に記載の発明は、請求項 4 0 に記載のエレクトロルミネッセンス型表示装置に於いて、赤色、青色、または緑色の光を発光する 3 種類の前記蛍光物質が配列配置されカラー表示することを特徴とする。

## 【 0 1 1 0 】

上記の構成によれば、有機系の T F T を用いたエレクトロルミネッセンス型カラー表示装置を提供できる。

## 【 0 1 1 1 】

請求項 4 2 に記載の発明は、請求項 3 9 及至 4 1 のいずれかに記載の表示装置に於いて、前記有機薄膜が基板上に固定された単分子膜または単分子累積膜であることを特徴とする。

## 【 0 1 1 2 】

上記の構成によれば、表示速度が極めて高速で且つ動作安定性の高いエレクトロクミネッセンス型表示装置、エレクトロクミネッセンス型カラー表示装置、または液晶表示装置を提供できる。

## 【 0 1 1 3 】

請求項 4 3 に記載の発明は、

第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 1 または第 2 の電極と前記第 3 の電極間の印加電圧により前記有機薄膜に作用される電界を制御できる電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有することを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子として用いた液晶表示装置の製造方法であって、第 1 の基板上にマトリックス状に配列するように複数個の前記スイッチ素子を形成して、その表面に配向膜を形成するアレイ基板形成工程と、第 2 の基板表面にマトリックス状に色要素を配列配置しカラーフィルターを作製して、その表面に配向膜を形成するカラーフィルター基板形成工程と、前記アレイ基板と前記カラーフィルター基板のそれぞれの配向膜を内側にしてそれぞれの基板を所定の間隔で向かい合わせ、前記アレイ基板と前記カラーフィルター基板との間に液晶を充填し前記液晶を封止する工程と、を含むことを特徴とする。

## 【 0 1 1 4 】

上記の構成によれば、既存の無機系の薄膜トランジスター（以下、TFT）に代わり、有機系の TFT を用いた液晶表示装置を製造できる。また、有機系の TFT を用いるため高温で処理する工程が必要でなくなる。従来使用できなかったプラスチック基板等も使用することが可能になる。

## 【 0 1 1 5 】

請求項 4 4 に記載の発明は、

第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 3 の電極が前記第 1 または第 2 の

電極との間に印加する電圧により前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、且つ前記有機分子群の分子相互が共役結合して導電ネットワークを形成していることを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子として用い、電界を印加された蛍光体が発光する現象を利用したエレクトロルミネッセンス型表示装置であって、基板上にマトリックス状に配列するように複数個の前記スイッチ素子を形成するアレイ基板形成工程と、前記アレイ基板上に、個々の前記スイッチ素子の第 1 または第 2 の電極のいずれか一方に接続する第 4 の電極を形成し、電圧の印加で発光する発光物質から成る発光層を前記第 4 の電極上に形成し、前記発光層を前記第 4 の電極とでは挟むように透明電極を形成するエレクトロルミネッセンス素子形成工程と、を含むことを特徴とする。

## 【 0 1 1 6 】

上記の構成によれば、既存の無機系の薄膜トランジスター（以下、T F T）に代わり、有機系の T F T を用いたエレクトロルミネッセンス型表示装置を製造できる。また、有機系の T F T を用いるため高温で処理する工程がなく、プラスチック基板等の従来使用できなかった基板も使用することが可能となる。

## 【 0 1 1 7 】

請求項 4 5 に記載の発明は、請求項 4 4 に記載のエレクトロルミネッセンス型表示装置の製造方法に於いて、前記発光層形成工程で赤、青、または緑色の光を発光する 3 種類の前記発光物質を所定の位置に形成し、カラー表示させることを特徴とする。

## 【 0 1 1 8 】

上記の構成によれば、有機系の T F T を用いたエレクトロルミネッセンス型カラー表示装置を製造できる。

## 【 0 1 1 9 】

請求項 4 6 に記載の発明は、請求項 4 3 及至 4 5 のいずれかに記載の表示装置の製造方法に於いて、前記有機薄膜は、有機分子が単分子層状に配列した単分子膜または単分子膜が積層して成る単分子累積膜である。

## 【 0 1 2 0 】

上記の構成によれば、表示速度が極めて高速で且つ動作安定性の高いエレクトロミネッセンス型表示装置とエレクトロミネッセンス型カラー表示装置及び液晶表示装置を製造できる。

## 【 0 1 2 1 】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態に於いては、有機薄膜が単分子膜である例をもとにして図面を参照しながら詳述する。

## 【 0 1 2 2 】

## （実施の形態 1）

図 1（a）（b）は、2 端子有機電子デバイスの構造の例を模式的に説明した説明図である。図 1 に基づいて 2 端子有機電子デバイスの製造方法及び構造を説明する。

## 【 0 1 2 3 】

まず、絶縁性の基板上または任意の基板表面に絶縁膜が形成された絶縁膜付き基板上に、光応答性の官能基及び共役結合で結合する重合性基を有する有機分子群から成る単分子膜 4 を形成し、単分子膜 4 を構成する分子相互を共役結合させ導電ネットワーク 5 を形成し、導電ネットワーク 5 に接触するように、互いに離隔する第 1 の電極 2 と第 2 の電極 3 とを形成すれば 2 端子有機電子デバイスが製造できる。

## 【 0 1 2 4 】

これにより、基板上に形成された、第 1 の電極 2 と、前記第 1 の電極 2 と離隔した第 2 の電極 3 と、第 1 の電極 2 と第 2 の電極 3 を電氣的に接続する有機薄膜とを備えた 2 端子有機電子デバイスであって、前記単分子膜 4 は光応答性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワーク 5 を有する 2 端子有機電子デバイスが提供できる。

## 【 0 1 2 5 】

図 1（a）は第 1 の電極 2 と第 2 の電極 3 が基板 1 の表面と単分子膜 4 の側面に接した構造の 2 端子有機電子デバイスであり、図 1（b）は第 1 の電極 2 と第 2 の電極 3 が単分子膜表面に形成された構造の 2 端子有機電子デバイスである。

第 1 の電極 2 と第 2 の電極 3 の形成に於いて、それぞれの電極を形成する物質を蒸着した後、フォトリジストでマスクパターンを形成し、エッチングにより所定の第 1 の電極 2 と第 2 の電極 3 を形成する場合、異なるマスクパターンを用いることにより図 1 (a) または (b) に示された構造の 2 端子有機電子デバイスを製造できる。

#### 【0 1 2 6】

図 1 (a) に示された構造であれば、分子内の任意の位置に重合性基を含む有機分子が利用でき、また分子に重合性基が複数存在する場合も第 1 の電極と第 2 の電極との間を電氣的に接続する複数の導電ネットワークを形成できる。また有機薄膜が単分子累積膜であれば各単分子層に導電ネットワークが形成できる。

また、この構造の 2 端子有機電子デバイスを製造する際、前記成膜工程より前に前記対電極工程を行ってもよい。

#### 【0 1 2 7】

図 1 (b) に示された構造であれば、導電ネットワークが基板と反対側の単分子膜表面に存在していないと、導電ネットワークと電極との間の電気伝導が悪くなる。したがって、材料物質としては分子の端末に重合性基を有するものを用いた方がよい。

このような分子を用いた場合、単分子膜の導電ネットワークと電極との接触面積を大きくとれる為、接点抵抗を低減することが可能となり、単分子膜であっても良好な導電性を確保できる利点がある。

#### 【0 1 2 8】

さらに高い導電性が必要であれば、第 1 の電極 2 と第 2 の電極 3 の電極間に導電ネットワークを有する被膜を形成することができる。例えば、前記前記対電極工程後に、電解重合性の官能基を含む物質を溶かした有機溶媒中に浸漬し、第 1 の電極 2 と第 2 の電極 3 の電極間に第 1 の電圧を印加し且つ第 1 の電極 2 または第 2 の電極 3 と前記有機溶媒に接触し前記有機薄膜の上方に配置された外部電極との電極間に第 2 の電圧を印加すれば、第 1 の構造の導電ネットワークを有する単分子膜の表面にさらに被膜が形成され且つ被膜を構成する分子相互は電解重合して第 2 の構造の導電ネットワークが形成される。

## 【 0 1 2 9 】

また被膜を形成する際、電解重合性の官能基を含む物質を塗布し、第 1 の電極 1 2 と第 2 の電極 1 3 との間に電圧を印加すれば、同様に導電ネットワークを有するポリマー膜状の被膜を形成できる。

## 【 0 1 3 0 】

有機薄膜を構成する有機分子が単分子層状に配列した単分子膜を含まない有機薄膜であれば、図 1 ( a ) 、 ( b ) のどちらの構造であっても上記のような差はない。

## 【 0 1 3 1 】

2 端子有機電子デバイスの光照射による導電率の時間変化及びスイッチング動作を図 2 に基づいて説明する。

## 【 0 1 3 2 】

図 2 ( a ) は、有機薄膜に一定強度の光を照射した場合の照射時間による導電率の変化を定性的に示した模式図である。

照射された光の光量が照射光強度と照射時間の積に比例すると考えると、横軸として有機薄膜に照射された光量をとる、光の強度が一定の条件下での時間をとる、または照射時間が一定の条件下での光強度をとることは等価である。以下、光の強度が一定の場合について記述する。また、導電性の変化は、第 1 と第 2 の電極間に一定電圧を印加した状態での電流の変化で記述する。

## 【 0 1 3 3 】

導電ネットワークの導電性は照射とともに変化しある一定の値となる。図 2 ( a ) の場合とは異なり、変化するために十分な時間、光が照射されたとき、電流値が 0 A に至るものであってもよい。さらに、図 2 ( a ) は光照射により電流値が減少する場合を示しているが、増加するものであってもよい。これらは有機薄膜の構成物質や構造または導電ネットワークの構造等に依存する。

## 【 0 1 3 4 】

次に、図 2 ( b ) は、光官能性の官能基が光異性化する官能基であり、第 1 または第 2 の光照射による異性化に伴うそれぞれ第 1 と第 2 の導電率を有する安定状態間の移行によるスイッチング動作の概念図である。図 2 ( b ) のライン L 1

とライン L 2 はそれぞれ第 1 と第 2 の光が照射中 ( $P_{10N}$ 、 $P_{20N}$ ) または遮光中 ( $P_{10FF}$ 、 $P_{20FF}$ ) の照射状態を表す。図 2 (b) のライン L 3 はその応答を表し、第 1 の光が照射された際の電流値が  $I_1$ 、第 2 の光が照射された際の電流値が  $I_2$  である。

## 【 0 1 3 5 】

第 1 と第 2 の電極間に電圧を印加した状態で、第 1 と第 2 の電極間に流れる電流のスイッチングを表している。図 2 (b) のライン L 3 から、第 1 の光及び第 2 の光をトリガとした電流のスイッチングであり、リセットーセット型 (R-S 型) フリップフロップと同様の動作であることがわかる。

## 【 0 1 3 6 】

ただし、図 2 (b) では、異なる異性体の一方のみを含む場合を第 1 の導電率を有する安定状態とし、また他方のみを含む場合を第 2 の導電率を有する安定状態とした。つまり、完全に異性化した 2 つの状態が第 1 または第 2 の導電率を有する安定状態である。この場合、第 1 の安定状態に第 1 の光をさらに照射しても導電率を変化することはない。第 2 の安定状態についても同様である。

## 【 0 1 3 7 】

## (実施の形態 2)

上記実施の形態 1 において、第 1 と第 2 の電極間の電流のスイッチ素子としての動作を例示したが、光照射により有機薄膜の導電性が変化するので、光制御の可変抵抗として利用できる。

## 【 0 1 3 8 】

光応答性の官能基として光異性化する官能基を有する分子群から成る有機薄膜の場合、第 1 と第 2 の電極間に一定電流を流した状態または一定電圧を印加した状態で、第 1 または第 2 の光を照射し、第 1 と第 2 の電極間の電圧変化または電流変化を読み出すことにより光センサーとして、あるいは照射時間と共にそれぞれ電圧変化または電流変化を読み出せば照度計の受光素子としての利用も可能である。ただしこの際、第 1 または第 2 の光の一方を状態を初期化する光として用い、他方の光の照射後に有機薄膜の導電性を初期化する必要がある。

## 【 0 1 3 9 】



また、異性化に伴う 2 つの異性体の状態間を移行し、その異性体の状態が遮光後も維持されるのでメモリー素子としての利用も可能である。

#### 【 0 1 4 0 】

##### (実施の形態 3)

図 3 (a) (b) は、3 端子有機電子デバイスの構造の例を模式的に説明した説明図である。図 3 に基づいて 3 端子有機電子デバイスの製造方法及び構造を説明する。

#### 【 0 1 4 1 】

まず、絶縁性の基板上、または任意の基板 1 1 表面に絶縁膜 1 8 が形成された絶縁膜付き基板上に第 3 の電極 1 7 を形成する。次に、直接または絶縁膜 1 9 を介して前記第 3 の電極 1 3 を覆うように、有極性の官能基及び共役結合で結合する重合性基を有する有機分子群から成る有機薄膜 1 4 を形成する。次に、前記有機薄膜 1 4 を構成する分子相互を共役結合させ導電ネットワーク 1 5 を形成する。次に、前記導電ネットワーク 1 5 に接触するように、互いに離隔し且つ第 3 の電極 1 7 とも離隔した第 1 の電極 1 2 と第 2 の電極 1 3 とを形成すれば 3 端子有機電子デバイスが製造できる。

#### 【 0 1 4 2 】

これにより、基板上に形成された、第 1 の電極 1 2 と、前記第 1 の電極 1 2 と離隔した第 2 の電極 1 3 と、前記第 1 の電極 1 2 と第 2 の電極 1 3 を電氣的に接続する有機薄膜 1 4 と、前記基板 1 1 と前記有機薄膜 1 4 の間に挟まれ、それぞれと絶縁された第 3 の電極 1 7 と、を備えた 3 端子有機電子デバイスであって、前記第 3 の電極 1 7 は、前記第 1 の電極または前記第 2 の電極と前記第 3 の電極間の電圧印加により前記有機薄膜に作用させる電界を制御できる電極であり、前記有機薄膜 1 4 は、有極性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有する 3 端子有機電子デバイスが提供できる。

#### 【 0 1 4 3 】

図 3 (a) は第 1 の電極 1 2 と第 2 の電極 1 3 が、基板 1 1 上の絶縁膜 1 8 の表面と単分子膜 1 4 の側面に接した構造の 3 端子有機電子デバイスであり、図 3

(b) は第 1 の電極 1 2 と第 2 の電極 1 3 が単分子膜表面に形成された構造の 3 端子有機電子デバイスである。第 1 の電極 1 2 と第 2 の電極 1 3 の形成に於いて、電極を形成する物質を蒸着した後、フォトレジストでマスクパターンを形成し、エッチングにより所定の第 1 の電極 2 と第 2 の電極 3 を形成する場合、異なるマスクパターンを用いることにより図 3 (a) または (b) の構造の 3 端子有機電子デバイスを製造できる。

#### 【 0 1 4 4 】

図 3 (a) に示された構造であれば、任意の位置に重合性基を含む有機分子が利用でき、また分子に重合性基が複数存在する場合も第 1 と第 2 の電極間を電氣的に接続する複数層の導電ネットワークを形成できる。さらに単分子累積膜であれば、各単分子層に導電ネットワークを形成できる。

#### 【 0 1 4 5 】

図 3 (b) に示された構造であれば、導電ネットワークが基板と反対側の単分子膜表面に存在していないと、導電ネットワークと電極との間の電気伝導が悪くなる。したがって、材料物質としては分子の末端に重合性基を有するものを用いた方がよい。

#### 【 0 1 4 6 】

このような分子を用いた場合、単分子膜の導電ネットワークと電極との接触面積を大きくとれる為、接点抵抗を低減することが可能となり、単分子膜であっても良好な導電性を確保できる利点がある。

#### 【 0 1 4 7 】

さらに高い導電性が必要であれば、第 1 の電極 1 2 と第 2 の電極 1 3 の電極間に導電ネットワークを有する被膜を形成することができる。例えば、前記前記対電極工程後に、電解重合性の官能基を含む物質を溶かした有機溶媒中に浸漬し、前記第 1 の電極 1 2 と第 2 の電極 1 3 の電極間に第 1 の電圧を印加し且つ前記第 1 の電極 1 2 または第 2 の電極 1 3 と前記有機溶媒に接触し前記有機薄膜の上方に配置された外部電極との電極間に第 2 の電圧を印加すれば、第 1 の構造の導電ネットワークを有する単分子膜または単分子累積膜の表面にさらに被膜が形成され且つ前記被膜を構成する分子相互は電解重合して第 2 の構造の導電ネットワー

クが形成される。

【 0 1 4 8 】

また、被膜を形成する際、電解重合性の官能基を含む物質を塗布し、第 1 と第 2 の電極間に電圧を印加すれば、同様に導電ネットワークを有するポリマー膜状の被膜を形成できる。

【 0 1 4 9 】

有機薄膜を構成する有機分子が単分子層状に配列した単分子膜を含まない有機薄膜であれば、図 3 ( a ) 、 ( b ) のどちらの構造であっても上記のような差はない。

【 0 1 5 0 】

次に、この 3 端子有機電子デバイスの電界印加による導電率の時間変化及びスイッチング動作を図 4 に基づいて説明する。図 4 ( a ) は、第 3 の電極 1 7 に電圧を印加した場合の導電率の変化を定性的に示した模式図である。第 3 の電極 1 3 に印加した電圧は有機薄膜に作用された電界に比例すると考えると、横軸として印加電界または第 3 の電極 1 7 の印加電圧をとることは等価であるので以下、印加電圧を用いて記述する。また導電ネットワークの導電率の変化は、第 1 の電極 1 2 と第 2 の電極 1 3 との間に一定電圧を印加した状態での電流の変化で記述する。

【 0 1 5 1 】

導電ネットワークの導電率は第 3 の電極 1 7 に印加された電圧により変化し、印加電圧の増加とともにある一定の値に収束していくことがわかる。つまり第 3 の電極に電圧が印加されていないときの導電率と収束した導電率との範囲内で、第 3 の電極の印加電圧で導電率を制御できる。

【 0 1 5 2 】

図 4 に於いて、電圧印加中の電流が 0 A の場合を示しているが、電圧印加中のオン電流または電圧印加されていないオフ電流のいずれか一方が 0 V の場合に限定されるものではない。また、電圧印加により電流値が減少する場合を例示したが、電流が増加するものであっても良い。これらは有機薄膜の構成や導電ネットワークの構造等に依存する。

## 【 0 1 5 3 】

電圧を印加していない第 1 の導電率を有する安定状態と所定の電圧を印加した第 2 の導電率を有する安定状態との状態間の移行により、導電ネットワークの導電率のスイッチングが可能となる。

## 【 0 1 5 4 】

図 4 (b) は 3 端子有機電子デバイスのスイッチング動作の概念図であり、第 1 の電極 1 2 と第 2 の電極 1 3 との電極間に電圧を印加した状態での、所定の電圧印加状態 ( $V_{ON}$ ) のオン電流 ( $I_{V=ON}$ ) と電圧を印加していない状態 ( $V_{OFF}$ ) のオフ電流 ( $I_{V=OFF}$ ) がスイッチング動作することを示している。

したがって、図 4 (b) から、第 3 の電極 1 7 に印加される所定の電圧のオン・オフで、電流をスイッチングできることがわかる。

## 【 0 1 5 5 】

電圧のオン・オフによるスイッチングの場合を示したが、第 3 の電極 1 7 に第 1 の電圧を印加した場合の電流値と第 2 の電圧を印加した場合の電流値との間のスイッチングも可能である。

## 【 0 1 5 6 】

上記において、第 1 と第 2 の電極間の電流をスイッチングするスイッチ素子を例示したが、電界制御の可変抵抗としても利用できる。

## 【 0 1 5 7 】

## (実施の形態 4)

第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 1 または第 2 の電極と前記第 3 の電極間の印加電圧により前記有機薄膜に作用される電界を制御できる電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有することを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子とし、第 1 の基板上にマトリックス状に配列するように複数個の前記スイッチ素子を形成して、その表面に第 1 の配向膜を形成するアレイ基板形成工程と、第 2 の基板表面にマトリックス状に色要素

を配列配置しカラーフィルターを作製して、その表面に第 2 の配向膜を形成するカラーフィルター基板形成工程と、第 1 の配向膜と第 2 の配向膜を内側にして前記アレイ基板と前記カラーフィルター基板を所定の間隔で向かい合わせ、前記アレイ基板と前記カラーフィルター基板との間に液晶を充填し、前記液晶を封止する工程により、液晶表示装置を製造できる。

# 【 0 1 5 8 】

これにより、第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 1 または第 2 の電極と前記第 3 の電極間の印加電圧により前記有機薄膜に作用される電界を制御できる電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有することを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子として用いた液晶表示装置であって、複数の前記スイッチ素子が第 1 の基板上にマトリックス状に配列配置され且つその表面に第 1 の配向膜が形成されたアレイ基板と、第 2 の基板上にマトリックス状に色要素が配列配置され且つその表面に第 2 の配向膜が形成されたカラーフィルター基板と、前記第 1 の配向膜と前記第 2 の配向膜を内側にし対向された前記アレイ基板と前記カラーフィルター基板との間に封止された液晶と、を有する液晶表示装置を提供する。

## (実施の形態 5)

第 1 の電極と、前記第 1 の電極と離隔した第 2 の電極と、前記第 1 と第 2 の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第 3 の電極とを備え、前記第 3 の電極が前記第 1 または第 2 の電極との間に印加する電圧により前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、且つ前記有機分子群の分子相互が共役結合して導電ネットワークを形成していることを特徴とする 3 端子有機電子デバイスをスイッチ素子とし、基板上にマトリックス状に配列するように複数の前記スイッチ素子を形成するアレイ基板形成工程と、前記アレイ基板上に、電圧の印加で発光する蛍光物質から成る発光層を形成す

る発光層形成工程と、前記発光層上に共通電極膜を形成する共通電極形成工程と、によりエレクトロルミネッセンス型表示装置が製造できる。

#### 【0159】

これにより、第1の電極と、前記第1の電極と離隔した第2の電極と、前記第1と第2の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ且つそれぞれと絶縁された第3の電極とを備え、前記第3の電極が前記第1または第2の電極との間に印加する電圧により前記有機薄膜に作用させる電界を制御する電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、且つ前記有機分子群の分子相互が共役結合して導電ネットワークを形成していることを特徴とする3端子有機電子デバイスをスイッチ素子として用いたエレクトロルミネッセンス型表示装置であって、複数の前記スイッチ素子が基板上にマトリックス状に配列配置されたアレイ基板と、前記アレイ基板と対向する共通電極と、前記アレイ基板と前記共通電極との間に形成された、電界の印加により発光する蛍光物質から成る発光層と、を有するエレクトロルミネッセンス型表示装置を提供する。

#### 【0160】

##### 【実施例】

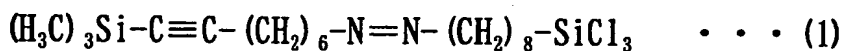
以下、実施例に基づいて、本発明の内容を具体的に説明する。

#### 【0161】

##### （実施例1）

まず、重合により共役結合して導電ネットワークを形成するアセチレン基（ $\text{—C}\equiv\text{C—}$ ）と、光異性化する官能基であるアゾ基（ $\text{—N=N—}$ ）と、基板表面の活性水素（例えば水酸基（ $\text{—OH}$ ））と反応するクロロシリル基（ $\text{—SiCl}_3$ ）とを含む化学式（1）の物質を用い、

##### 【化1】

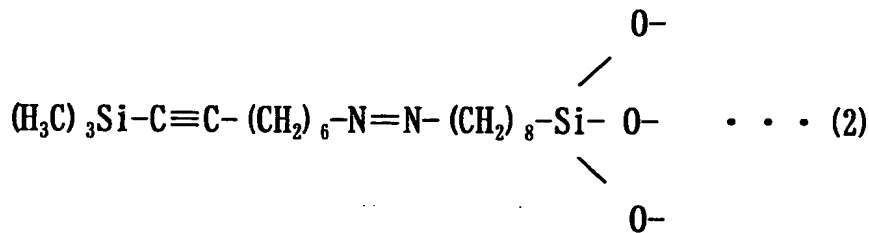


脱水したジメチルシリコン系の有機溶媒で1%に薄めて化学吸着液を調製した。

【0162】

次に、単分子膜を形成する部分を残してフォトレジストでマスクパターン形成した絶縁性の基板 2 1（ガラス基板）を前記化学吸着液に浸漬して化学吸着を行い、前記マスクパターン開口部に選択的に化学吸着を行い、さらに表面に残った未反応の前記物質をクロロフォルムで洗浄除去し、続いて前記フォトレジストのマスクパターンを除去して、前記物質よりなる単分子膜 2 4 を選択的に形成した。化学吸着を行う際、マスクパターン開口部のガラス基板 1 1 表面には活性水素を含む水酸基が多数存在するので、前記物質のクロロシリル基（-SiCl）は水酸基と脱塩酸反応し、基板 2 1 表面に共有結合した化学式（2）で構成される単分子膜 2 4 が形成されている。（図 5（a））

【化 2】



【0163】

その後、トルエン溶媒中でチグラナーナッタ触媒を用いて前記単分子膜内の前記アセチレン基を重合してポリアセチレン型の導電ネットワーク 2 5 を形成した。（図 5（b））

【0164】

次に、全面にニッケル薄膜を蒸着形成し、ホトリソグラフィ法を用いてギャップ間距離が 1 0 μm で長さが 3 0 μm の第 1 の電極 2 2 及び第 2 の電極 2 3 をエッチングして形成した。

【0165】

これらにより、基板 2 1 上に形成された、第 1 の電極 2 2 と、第 2 の電極 2 3 と、第 1 の電極 2 2 と第 2 の電極 2 3 を電氣的に接続する単分子膜とを備えた 2 端子有機電子デバイスであって、単分子膜 2 4 はアゾ基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互がポリアセチレン型に共役結合した導

電ネットワーク 25 を有する 2 端子有機電子デバイスを製造した。(図 5 (c) )

#### 【0166】

このデバイスでは、第 1 の電極 22 と第 2 の電極 23 との電極間はポリアセチレン型の導電ネットワーク 25 で接続されているので、前記第 1 の電極 22 と第 2 の電極 23 との間に数ボルトの電圧を印加すると数ナノアンペアの電流 (1 V で 2 nA 程度) が流れた。ただし、測定前に単分子膜 24 には可視光線を照射している。

#### 【0167】

次に、引き続き単分子膜 24 に紫外線を照射すると、アゾ基がトランス型からシス型に転移して、電流値がほぼ 0 A となった。また、その後、可視光線を照射すると、アゾ基がシス型からトランス型に転移して元の導電性が再現された。

#### 【0168】

なお、このような紫外線の照射による導電性の低下は、アゾ基の光異性化 (トランス型からシス型への転移) により、単分子膜 24 内のポリアセチレン型の共役結合が歪み導電ネットワーク 25 の導電率が低下することにより生じるものと考えられる。

#### 【0169】

すなわち、光照射により、導電ネットワーク 25 の導電率を制御して第 1 の電極 22 と第 2 の電極 23 との電極間に流れる電流をスイッチングできた。

#### 【0170】

なお、ポリアセチレン型の共役系を導電ネットワーク 25 として用いる場合、重合度が低いと抵抗が高くなる。すなわち、オン電流が低くなるが、その場合には、電荷移動性の官能基を有するドーパント物質 (例えば、アクセプタ分子としてハロゲンガスやルイス酸、ドナー分子としてアルカリ金属やアンモニウム塩) を導電ネットワーク 25 に拡散する、すなわちドーピングすることで、オン電流を大きくできた。例えば、この単分子膜 24 に沃素をドーブした場合、第 1 の電極 22 と第 2 の電極 23 との間に 1 V の電圧を印加すると 0.2 mA の電流が流れた。



## 【0171】

ここで、基板として金属等の導電性の基板を用いる場合には、導電性の基板表面に絶縁性の薄膜を介して単分子膜を形成しておけばよい。なお、このような構造では、基板自体が帯電することがないので、有機電子デバイスの動作安定性が向上した。

## 【0172】

なお、より大きなオン電流を必要とする場合には、第1の電極22と第2の電極23との電極間距離を小さくするか、電極幅を広げればよい。さらに大きなオン電流を必要とする場合には、単分子膜を累積する、または第1の電極22と第2の電極23との間に導電ネットワークを有する被膜を形成しておけばよい。

## 【0173】

上記実施例1では、導電ネットワークの形成に触媒重合法を用いたが、電解重合法、または光や電子線やX線等のエネルギービーム照射による重合法を用いて、同様に導電ネットワークを形成できた。

## 【0174】

また、導電ネットワークとしてポリアセチレン型の共役系以外に、ポリジアセチレン型、ポリアセン型、ポリピロール型、ポリチェニレン型等の共役系が利用できた。なお、触媒重合を行う際には、重合性基として前記アセチレン基以外にピロール基、チェニレン基、ジアセチレン基等が適していた。

## 【0175】

さらに、単分子膜または単分子累積膜の作製には、化学吸着法以外に、ラングミュアプロジェクト法が適用できた。

## 【0176】

また、前記有機薄膜を構成する分子相互を重合する前記導電ネットワーク形成工程の前に、前記第1と第2の電極を形成する前記対電極形成工程を行うと、導電ネットワークの作製に際して、前記第1と第2電極を電解重合に利用できた。すなわち、電解重合性の官能基としてピロール基またはチェニレン基を有する有機分子群から成る前記有機薄膜の前記第1と第2の電極間に電圧を印加して、第1と第2の電極間の有機薄膜を選択的に電解重合できた。

## 【0177】

基板上にピロール基またはチェニレン基を有する有機分子群から成る単分子膜と第1の電極と、第2の電極とを形成した後に、ピロール基またはチェニレン基を含む物質を溶かした有機溶媒中に浸漬し、且つ前記第1の電極と第2の電極との間に第1の電圧を印加し、さらに前記第1または第2の電極と前記有機溶媒に接触し前記単分子膜の上方に配置された外部電極との電極間に第2の電圧を印加して、前記単分子膜の表面にさらに被膜を形成すると同時に前記単分子膜と前記被膜にそれぞれ導電ネットワークを形成できた。この場合、有機電子デバイスは、それぞれに導電ネットワークを有する単分子膜部とポリマー膜状の被膜部とからなる有機薄膜を備えている。

## 【0178】

また、基板上に、ピロール基またはチェニレン基を有する有機分子群から成る単分子膜と第1の電極と第2の電極とを形成し、単分子膜に第1の構造の導電ネットワークを形成した後に、ピロール基またはチェニレン基を含む物質を溶かした有機溶媒中に浸漬し、第1と第2の電極間に第1の電圧を印加し、且つ前記第1または第2の電極と前記有機溶媒に接触し前記有機薄膜の上方に配置された外部電極との電極間に第2の電圧を印加して、ポリピロール型またはポリチェニレン型の導電ネットワークが形成された単分子膜の表面にさらに被膜を形成すると同時に前記被膜にもポリピロール型またはポリチェニレン型の第2の構造の導電ネットワークを形成できた。この場合、有機電子デバイスは、それぞれに導電ネットワークを有する単分子膜部とポリマー膜状の被膜部とからなる有機薄膜を備えている。

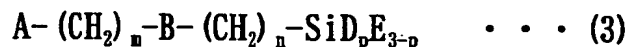
## 【0179】

また、重合性基としてエネルギービームにより重合する官能基であるアセチレン基やジアセチレン基等を有する有機分子群から成る単分子膜または単分子累積膜に、紫外線、遠紫外線、電子線またはX線等のエネルギービームを照射して、単分子膜または単分子累積膜の分子相互を重合させ、導電ネットワークを形成できた。

## 【0180】

なお、単分子膜の材料として使用できる物質は、一般に化学式（３）で示される物質であり、本実施例１と同様にして使用できる。

【化３】

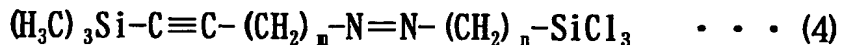


ここで、Aは共役結合で結合して導電ネットワークを形成する官能基、Bは光応答性の官能基、Dはハロゲン原子、イソシアネート基、またはアルコキシル基等の基板表面の活性水素と反応する原子または官能基、Eは水素、メチル基、エチル基、メトキシ基、エトキシ基、または他のアルキル基、等の官能基である。また、m、nは整数であり、m+nは２以上２５以下、特に好ましくは１０以上２０以下である。さらに、pは整数であり、１、２、または３である。

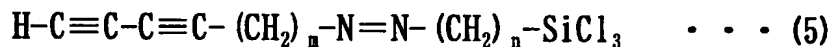
【０１８１】

さらに詳しくは、化学式（４）から（７）で表される物質等が使用できた。

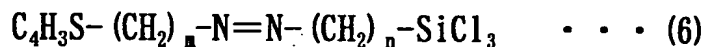
【化４】



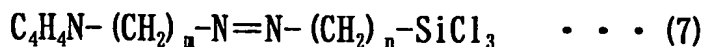
【化５】



【化６】



【化７】



ここで、m、nは整数であり、m+nは２以上２５以下である。

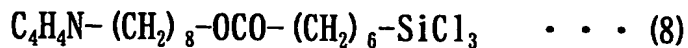
【０１８２】

（実施例２）

まず、電解重合により導電ネットワークを形成するピロール基（ $C_4H_4N-$ ）

と、分極性の官能基であるオキシカルボニル基（ $-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$ ）と、基板表面の活性水素（例えば水酸基（ $-\text{OH}$ ））と反応するクロロシリル基（ $-\text{SiCl}_3$ ）とを有する化学式（8）の物質を用い、

【化 8】



脱水したジメチルシリコン系の有機溶媒で 1 % に薄めて化学吸着液を調製した。

【0 1 8 3】

次に、絶縁性のポリイミド基板 3 1（あるいは導電性のメタル基板表面に第 1 の絶縁膜、例えばシリカ膜 3 8 を介してでも良い）表面にアルミニウム（A 1）を蒸着し、フォトリソグラフィ法を適用し長さが  $15 \mu\text{m}$  で幅が  $40 \mu\text{m}$  の第 3 の電極 2 3 をエッチング形成した。さらに前記 A 1 製の第 3 の電極 3 7 を電解酸化して表面に絶縁性のアルミナ（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）膜 3 9 を形成した。（図 6（a））

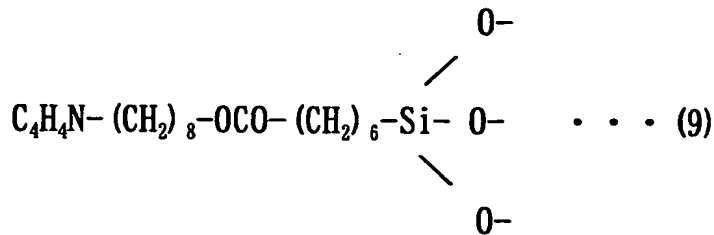
【0 1 8 4】

次に、単分子膜を形成する部分を残してレジストでマスクパターンを形成した後、前記吸着液に浸漬して化学吸着を行い、前記マスクパターン開口部に選択手的に化学吸着を行い、さらに表面に残った未反応の前記物質をクロロホルムで洗浄除去し、続いて前記レジストのマスクパターンを除去して、前記物質よりなる単分子膜 3 4 を選択的に形成した。（図 6（b））

【0 1 8 5】

このとき、開口部の基板 3 1 表面（シリカ膜 3 8 および  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜 3 9 表面）には活性水素を含む水酸基が多数存在するので、前記物質のクロロシリル基（ $-\text{SiCl}_3$ ）が水酸基と脱塩酸反応を生じて基板 3 1 表面に共有結合した化学式（9）で示される分子で構成された単分子膜 3 4 が形成された。

【化 9】



【0 1 8 6】

次に、全面にニッケル薄膜を蒸着形成した後、ホトリソグラフィ法を適用しギャップ間距離が  $10 \mu\text{m}$  長さが  $30 \mu\text{m}$  の第 1 の電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 を第 3 の電極 3 7 を挟むようにエッチングして形成した。(図 2 (c))

次に、アセトニトリル溶液中に浸漬し、第 1 及び第 2 電極間に  $5 \text{ V/cm}$  程度の電界を印加し、電解重合により導電ネットワーク 3 5 を第 1 の電極 2 2 及び第 2 の電極 2 3 の電極間を接続するように形成した。このとき、電界の方向に沿って共役結合が自己組織的に形成されて行くので、完全に重合が終われば、第 1 の電極 2 2 と第 2 の電極 2 3 とは導電ネットワーク 3 5 で電氣的に接続されていることになる。(図 6 (c))

最後に、第 3 の電極 3 7 を基板 3 1 側から取り出して、3 端子有機電子デバイスを製造できた。

【0 1 8 7】

この 3 端子有機電子デバイスでは、第 1 の電極 2 2 と第 2 の電極 2 3 との間は、ポリピロール型の導電ネットワーク 3 5 で接続されているので、BF-イオンをドーブした後、第 1 の電極 2 2 と第 2 の電極 2 3 との間に  $1 \text{ V}$  の電圧を印加し、且つ第 1 の電極 2 2 と第 3 の電極 2 7 との間の電圧を  $0 \text{ V}$  にすると、 $0.5 \text{ mA}$  程度の電流が流れた。

【0 1 8 8】

次に、第 1 の電極 2 2 と第 2 の電極 2 3 との間に  $1 \text{ V}$  の電圧を印加した状態で、第 1 の電極 2 2 と第 3 の電極 3 7 との間に  $5 \text{ V}$  の電圧を印加すると、第 1 の電極 2 2 と第 2 の電極 2 3 との電極間の電流値がほぼ  $0 \text{ A}$  となった。その後、第 1 の電極 2 2 と第 3 の電極 2 7 との間の電圧を  $5 \text{ V}$  から  $0 \text{ V}$  にもどすと元の導電性

が再現された。

【0189】

このような導電性の低下は、第3の電極37と第1の電極22との電極間に5Vの電圧を印加した際、有極性の官能基であるオキシカルボニル基（ $-\text{O}-\text{C}=\text{O}-$ ）の分極が大きくなることにより、ポリピロール型の共役系が歪み導電ネットワーク35の導電率が低下することにより生じた考えられる。

【0190】

すなわち、第1の電極22と第3の電極37との間に印加された電圧で、前記導電ネットワークの導電率を制御して第1の電極22と第2の電極23との間に流れる電流をスイッチングできた。

ここで、有極性の官能基が分極性のオキシカルボニル基であると、スイッチングを極めて高速で行えた。オキシカルボニル基以外に、カルボニル基等の官能基を有する分子を使用できた。

【0191】

また、導電ネットワークとしてポリアセチレン型、ポリジアセチレン型、ポリアセン型、ポリピロール型、ポリチェニレン型の共役系が使用でき、導電率が高かった。

また、導電ネットワークを形成する共役結合で結合する重合性基として、電解重合性の官能基であるピロール基以外に、チェニレン基が利用できた。なお、重合方法を変えれば、アセチレン基、ジアセチレン基を有する物質も利用できた。

【0192】

単分子膜または単分子累積膜の作製には、化学吸着法以外に、ラングミュアープロジェクト法を使用できた。

【0193】

また、有機薄膜を重合する工程の前に、第1の電極22と第2の電極23を形成する工程を行うと、導電ネットワークの作製に際して、第1の電極22と第2の電極23を電解重合に利用できた。すなわち、電解重合性の官能基としてピロール基またはチェニレン基を有する有機分子群から成る有機薄膜の第1の電極22と第2の電極23との電極間に電圧を印加し第1の電極22と第2の電極23

との電極間の有機薄膜を選択的に電解重合できた。

【0194】

基板上に第3の電極37とピロール基またはチェニレン基を有する有機分子群から成る単分子膜34と、第1の電極と、第2の電極とを形成した後に、ピロール基またはチェニレン基を含む物質を溶かした有機溶媒中に浸漬して、第1の電極22と第2の電極23との間に第1の電圧を印加し、且つ第1の電極22または第2の電極23と前記有機溶媒に接触し単分子膜34の上方に配置された外部電極との電極間に第2の電圧を印加して、単分子膜34の表面に被膜を形成すると同時に単分子膜と被膜のそれぞれにポリピロール型またはポリチェニレン型の導電ネットワークを形成できた。この場合、有機電子デバイスは、それぞれに導電ネットワークを有する単分子膜部とポリマー膜状の被膜部とからなる有機薄膜を備えている。

【0195】

また、基板上に第3の電極とピロール基またはチェニレン基を有する有機分子群から成る単分子膜と第1の電極と第2の電極とを形成し、単分子膜にポリピロールまたはポリチェニレン型の第1の構造の導電ネットワークを形成した後に、ピロール基またはチェニレン基を含む物質を溶かした有機溶媒中に浸漬して、第1の電極と第2の電極との間に第1の電圧を印加し、且つ前記第1または第2の電極と前記有機溶媒に接触し前記有機薄膜の上方に配置された外部電極との間に第2の電圧を印加して、導電ネットワークが形成された単分子膜の表面にさらに被膜を形成すると同時に被膜にポリピロール型またはポリチェニレン型の第2の構造の導電ネットワークを形成できた。この場合、有機電子デバイスは、それぞれに導電ネットワークを有する単分子膜部とポリマー膜状の被膜部とから成る有機薄膜を備えている。

【0196】

導電ネットワークの形成において電解重合以外では、重合性基として触媒重合性の官能基であるピロール基、チェニレン基、アセチレン基、またはジアセチレン基等を有する単分子膜または単分子累積膜の分子相互を触媒重合して、導電ネットワークを形成できた。

さらにまた、重合性基としてアセチレン基、ジアセチレン基等のビーム照射重合性基を有する有機分子群から成る単分子膜または単分子累積膜に、紫外線、遠紫外線、電子線またはX線等のエネルギービームを照射して、有機分子相互を重合し導電ネットワークを形成できた。

## 【 0 1 9 7 】

## (実施例 3)

上記実施例 2 と同様の方法で、複数の有機電子デバイスを液晶の動作スイッチとしてアクリル基板表面に配列配置して T F T アレイ基板を作製し、さらにその表面に配向膜を作製した。

次に、スクリーン印刷法を用いてシール接着剤を封口部を除いてパターン形成した後、プレキュアーしてカラーフィルター基板の配向膜面を向かい合わせにし、貼り合わせて圧着し前記パターン形成された接着剤を硬化させ、液晶セルを作製した。

最後に、所定の液晶を真空注入して封止すると、液晶表示装置を製造できた。

## 【 0 1 9 8 】

この方法では、T F T アレイの製造において、基板加熱の必要がないので、アクリル基板のようなガラス転移 (T g) 点が高い基板を用いても十分高画質な T F T 型液晶表示装置を製造できた。

## 【 0 1 9 9 】

## (実施例 4)

上記実施例 2 と同様の方法で、複数の 3 端子有機電子デバイスを液晶の動作スイッチとしてアクリル基板表面に配列配置して T F T アレイ基板を作製した。その後、公知の方法を用いて前記 3 端子有機電子デバイスのに接続される画素電極を形成し、T F T アレイ基板上に電界が印加されると発光する蛍光物質から成る発光層を形成し、T F T アレイ基板に対向する透明共通電極を発光層上に形成して、エレクトロルミネッセンス型カラー表示装置を製造できた。

## 【 0 2 0 0 】

発光層を形成する際、赤、青、緑色の光を発光する 3 種類の素子をそれぞれ所定の位置に形成することにより、エレクトロルミネッセンス型カラー表示装置が



製造できた。

【0201】

【発明の効果】

以上で説明したように、本発明では第1に、基板上に形成された、第1の電極と、前記第1の電極と離隔した第2の電極と、前記第1と第2の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、を備えた2端子有機電子デバイスであって、前記有機薄膜は、光応答性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有する2端子有機電子デバイスを提供できる効果がある。

【0202】

第2に、基板上に形成された、第1の電極と、前記第1の電極と離隔した第2の電極と、前記第1と第2の電極を電氣的に接続する有機薄膜と、前記基板と前記有機薄膜の間に挟まれ、それぞれと絶縁された第3の電極とを備えた3端子有機電子デバイスであって、前記第3の電極は前記第1の電極または前記第2の電極と前記第3の電極間の電圧印加により前記有機薄膜に作用させる電界を制御できる電極であり、前記有機薄膜は有極性の官能基を有する有機分子群からなり、前記有機分子群を構成する分子相互が共役結合した導電ネットワークを有する3端子有機電子デバイスを提供できる効果がある。

【0203】

第3に、有極性の官能基を有する材料物質を使用する3端子有機電子デバイスにより、従来例に比べ極めて高速なスイッチングを行う有機系TFTを提供できる効果がある。したがって、3端子有機電子デバイスを表示素子の動作スイッチとして用いた液晶表示装置やエレクトロルミネッセンス型表示装置等を提供できる効果がある。

【0204】

第4に、本発明の3端子有機電子デバイス動作スイッチを基板表面に配列配置してアレイ基板を形成する際、高温で処理する工程が含まれない為、フレキシビリティに優れたプラスチック基板等を使用した表示装置を提供できる効果がある。

【0205】

【図面の簡単な説明】

【図1】

2端子有機電子デバイスの構造を分子レベルまで拡大した断面概念図であり、  
 (a) は第1と第2の電極が基板に直接形成された構造の断面概念図、  
 (b) は第1と第2の電極が有機薄膜上に形成された構造の断面概念図である。

【図2】

光照射に対する2端子有機電子デバイスの導電性の変化を説明する概念図であり、

(a) は光照射に対する有機薄膜の導電性の変化を説明する概念図、  
 (b) は光異性化に伴うスイッチング動作を説明する概念図である。

【図3】

3端子有機電子デバイスの構造を分子レベルまで拡大した断面概念図であり、  
 (a) は第1と第2の電極が基板に直接形成された構造の断面概念図、  
 (b) は第1と第2の電極が有機薄膜上に形成された構造の断面概念図である。

【図4】

印加電界に対する3端子有機電子デバイスの導電性の変化を説明する概念図であり、

(a) は導電ネットワークの導電率と第3の電極に印加された電圧との依存性を説明する概念図、  
 (b) は第3の電極への電圧印加の有無によるスイッチング動作を説明する概念図である。

【図5】

実施例1における2端子有機電子デバイスの製造プロセスを説明するための工程断面概念図であり、

(a) は単分子膜を形成した状態を分子レベルまで拡大した断面概念図、  
 (b) は重合により導電ネットワークを形成した状態を分子レベルまで拡大した断面概念図である。

【図6】

実施例 3 における 3 端子有機電子デバイスの製造プロセスを説明するための工程断面概念図であり、

(a) は第 3 の電極を形成した状態を拡大した断面概念図、

(b) は単分子膜を形成した状態を分子レベルまで拡大した断面概念図、

(c) は重合により導電ネットワークを形成した状態を分子レベルまで拡大した断面概念図である。

【符号の説明】

- 1     基板
- 2     第 1 の電極
- 3     第 2 の電極
- 4     光応答性の官能基を有する単分子膜
- 5     導電ネットワーク
- 6     集光された照射光
- 1 1   基板
- 1 2   第 1 の電極
- 1 3   第 2 の電極
- 1 4   有極性の官能基を有する単分子膜
- 1 5   導電ネットワーク
- 1 7   第 3 の電極
- 1 8   第 1 の絶縁膜
- 1 9   第 2 の絶縁膜
- 2 1   ガラス基板
- 2 2   ニッケル製の第 1 の電極
- 2 3   ニッケル製の第 2 の電極
- 2 4   アセチレン基とアゾ基を含む分子から成る化学吸着単分子膜
- 2 5   ポリアセチレン型の導電ネットワーク
- 3 1   ポリイミド基板
- 3 4   ピロール基とオキシカルボニル基を含む分子から成る単分子膜
- 3 5   ポリピロール型の導電ネットワーク

3 7 アルミ製の第 3 の電極

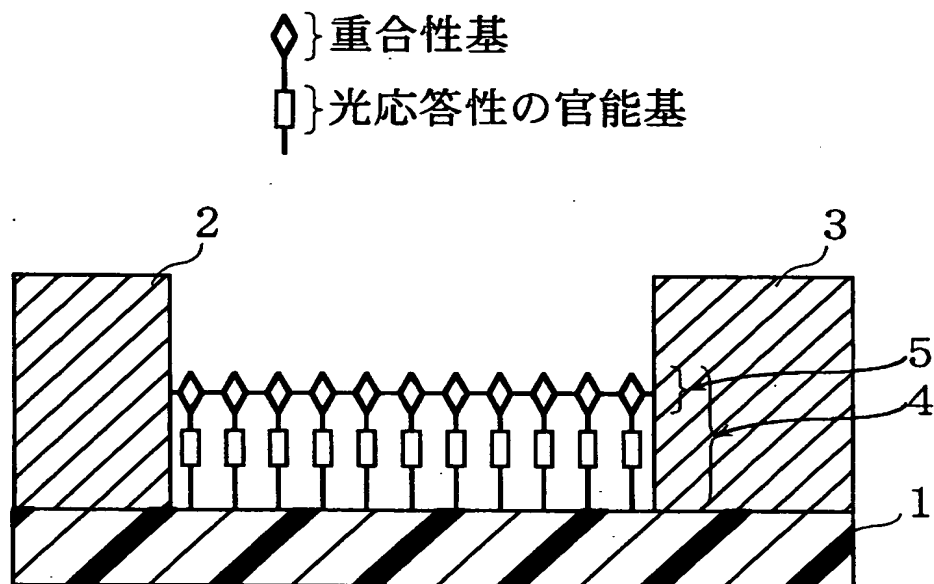
3 8 シリカ膜

3 9 アルミナ膜

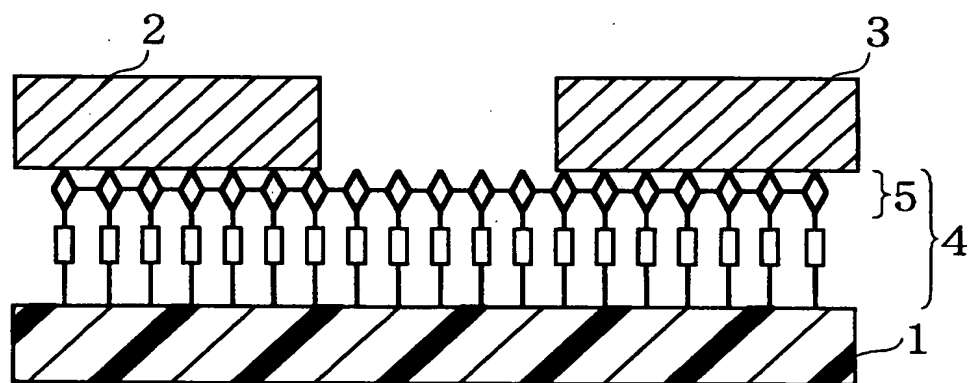
【書類名】 図面

【図 1】

(a)

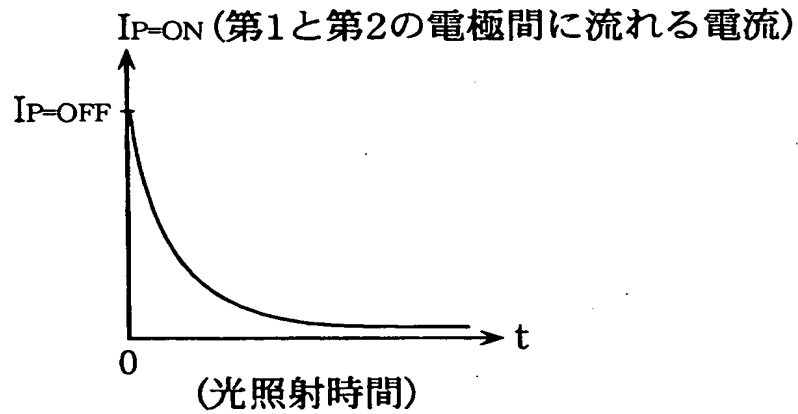


(b)

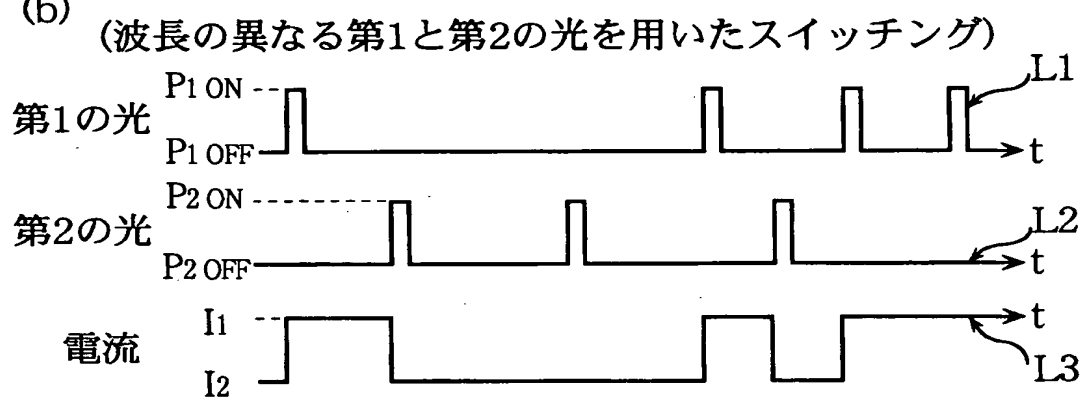


【図 2】

(a)



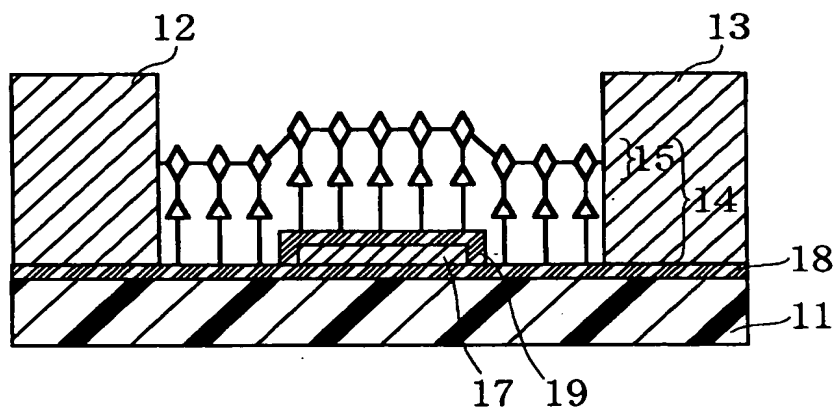
(b)



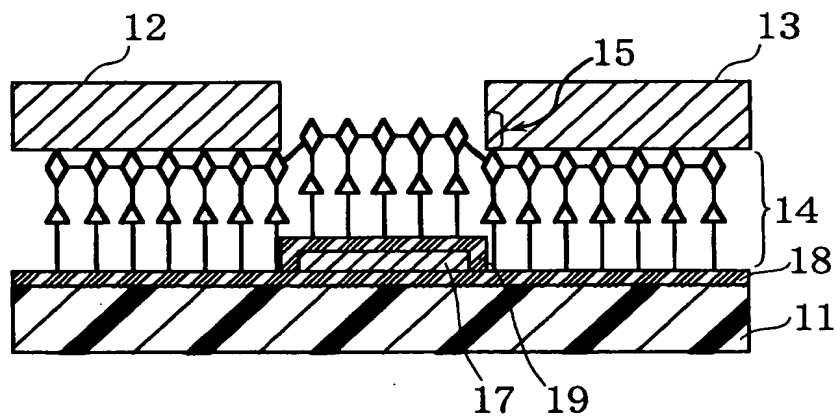
【図 3】

(a)

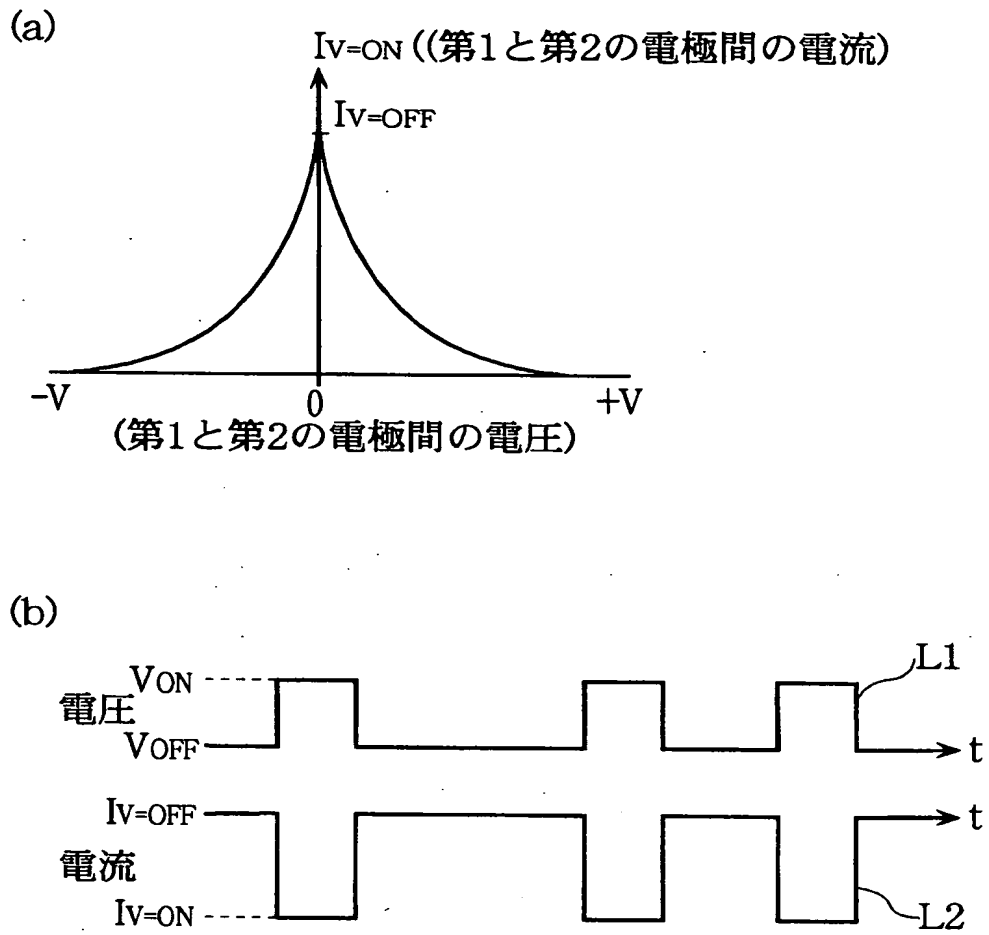
◇ } 重合性基  
 △ } 有極性の官能基



(b)

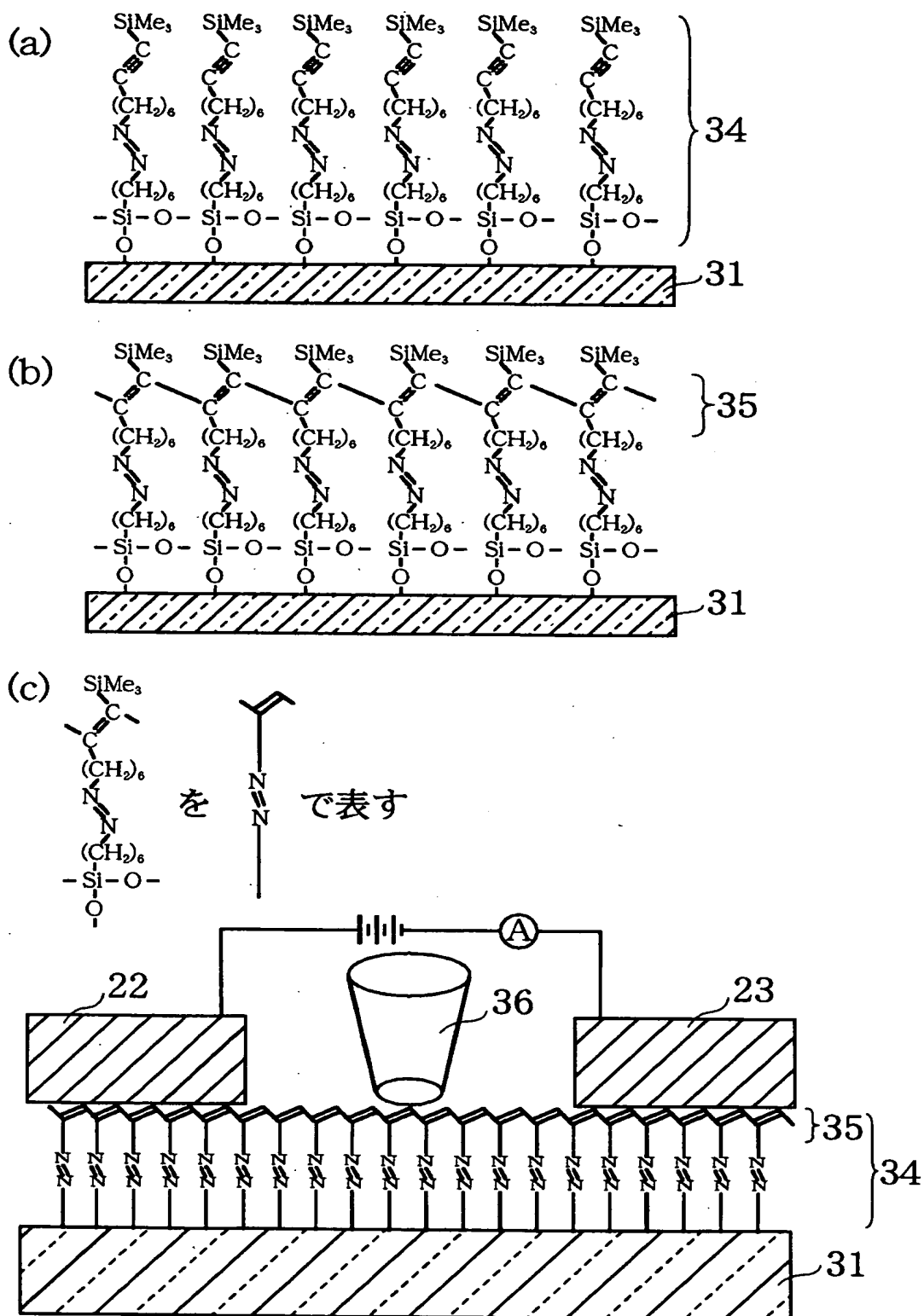


【図 4】



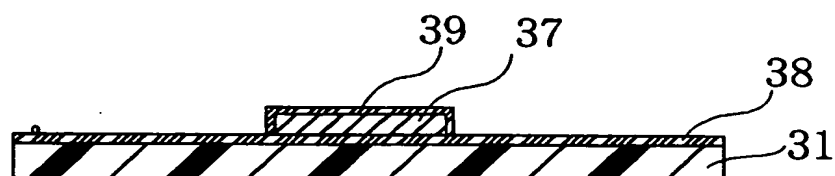


【図 5】

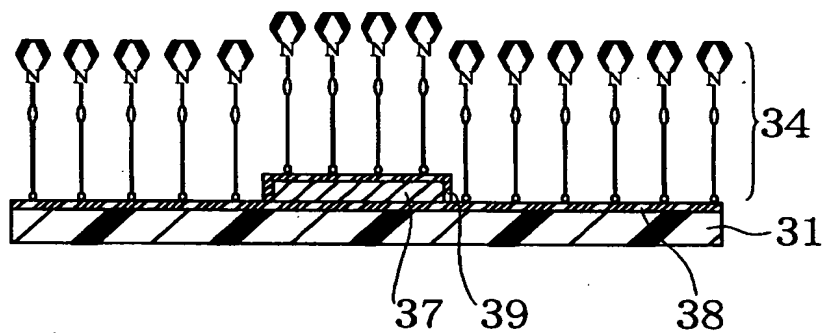


【図 6】

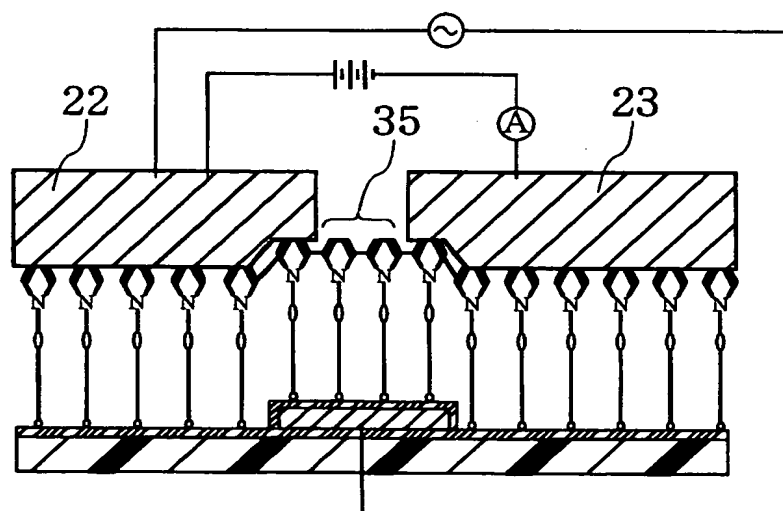
(a)



(b)



(c)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

0. 1  $\mu$ m以下の微細加工がなされても結晶性に左右されない有機物を用いたデバイスを作製することで、高集積化されたデバイスを提供する。また、プラスチック基板等に形成できフレキシビリティに優れたデバイスを提供する。また高速な応答を要求する電子機器に適用できる、高速なスイッチ素子を提供する。

【解決手段】

電子デバイスのチャネル部に導電性を有する有機薄膜を使用するとプラスチック基板等も使用できる。光応答性の官能基を有する有機分子から成る有機薄膜の場合、有機薄膜の導電性は光照射で制御できる。また、有極性の官能基を有する有機分子から成る有機薄膜の場合、有機薄膜の導電性は印加電界で極めて高速に制御できる。これにより表示装置等の電子機器に適用しうるスイッチ素子が提供できる。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社